রসায়ন : প্রথম পত্র

অধ্যায়-১: ল্যাবরেটরির নিরাপদ ব্যবহার

Safe use of Laboratory

প্রশ্ন ▶ ১ অনিক 4-ডিজিট ব্যালেন্সে 1.0589g Na_2CO_3 এবং তুলি 2-ডিজিট ব্যালেন্সে 1.62g $K_2Cr_2O_7$ নিয়ে পৃথকভাবে 100 mL আয়তনমিতিক ফ্লাস্কে নিয়ে প্রয়োজনীয় পরিমাণ পানি মিশিয়ে দ্রবণ তৈরি করল। /দি. বো. ২০১৭/

ক. প্রমাণ দ্রবণ কী? ১

খ. ল্যাবরেটরীতে ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রবের পরিমিত ব্যবহারের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করো। ২

গ. অনিকের প্রস্তুতকৃত দ্রবণটির pH নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কোন দ্রবণটি প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে অধিক গ্রহণযোগ্য? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনে দ্রবের পরিমাণ জানা থাকলে সে দ্রবণকে প্রমাণ দ্রবণ বলে।

খ ল্যাবরেটরিতে বিভিন্ন প্রকার পরীক্ষা সম্পাদনের জন্য নানা ধরনের রাসায়নিক উপাদান ব্যবহার করা হয়। এসব রাসায়নিক উপাদানের মধ্যে এসিড, ক্ষার ও লবণ ছাড়াও রয়েছে বিভিন্ন ধরনের বিষাক্ত ও ক্ষতিকারক রাসায়নিক উপাদান। এসব উপাদানের মাত্রাতিরিক্ত ব্যবহারের ফলে পরিবেশ তথা মাটি, পানি ও বায়ুমণ্ডল মারাত্মকভাবে দূষিত হয়। যার ফলে পরিবেশ ও জনস্বাস্থ্য মারাত্মক ঝুঁকির সম্মুখীন হয়। তাই ল্যাবরেটরীতে রাসায়নিক দ্রব্যের পরিমিত ব্যবহার প্রয়োজন।

গ অনিকের প্রস্তুতকৃত দ্রবণটির জন্য–

সূত্রমতে, $C = \frac{w \times 1000}{M \times V}$

$= \frac{1.0589 \times 1000}{106 \times 100}$

$= 0.09989$ M

এখানে,
দ্রবের ভর, w = 1.0589 g
আণবিক ভর, M = 106 g
দ্রবণের আয়তন V = 100 mL
দ্রবণটির ঘনমাত্রা, C = ?

আবার, Na_2CO_3 দ্বিআণবিক ক্ষার হওয়ায় তা নিম্নরূপে আয়নিত হয়-

$$Na_2CO_3 + 2H_2O \rightarrow H_2CO_3 + 2Na^+ + 2OH^-$$

∴ দ্রবণটির $pOH = -\log(OH^-)$
$= -\log(2 \times 0.09989)$
$= 0.6994$

∴ $pH = 14 - pOH$
$= 14 - 0.6994$
$= 13.3006$

সুতরাং দ্রবণটির pH 13.3006।

ঘ প্রদত্ত অনিকের দ্রবণটির ঘনমাত্রা নির্ণয়:

$C = \frac{w \times 1000}{M \times V}$

$= \frac{1.0589 \times 1000}{106 \times 100}$

$= 0.0999$ M

এখানে,
w = 1.0589 g
M = 106 g
V = 100 mL

আবার, তুলির দ্রবণটির ঘনমাত্রা:

$C = \frac{w \times 1000}{M \times V}$

$= \frac{1.62 \times 1000}{294 \times 100}$

$= 0.0551$ M

আবার এখানে,
w = 1.62 g
M = 294 g
V = 100 mL

অনিক ও তুলির ব্যবহৃত পদার্থ দুটি প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। অর্থাৎ সময়ের সাথে এদের ঘনমাত্রার কোন পরিবর্তন ঘটে না। সুতরাং উভয় দ্রবণই প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে ব্যবহার করা যাবে। কিন্তু 4-ডিজিট ব্যালেন্স 2-ডিজিট ব্যালেন্স অপেক্ষা অধিক সংবেদনশীল। কারণ 4-ডিজিট ব্যালেন্সের মাধ্যমে 0.1 mg পর্যন্ত ওজন সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করা যায়। তাই বিশ্লেষণী কাজে এ ব্যালেন্স খুবই কার্যকরী ভূমিকা পালন করে। সুতরাং বলা যায় যেহেতু 4- ডিজিট ব্যালেন্সের মাধ্যমে প্রস্তুতকৃত দ্রবণই অধিক উপযুক্ত। তাই অনিকের প্রস্তুতকৃত দ্রবণটি প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে এখানে অধিকতর গ্রহণযোগ্য।

প্রশ্ন ▶ ২ HCl, NH_3, NaOH রাসায়নিক দ্রব্যগুলো ল্যাবরেটরীতে বিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত হয়। /রা. বো. ২০১৭/

ক. পলির বর্জন নীতিটি লেখো। ১

খ. কক্ষ তাপমাত্রায় $BaSO_4$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.1×10^{-10} বলতে কী বোঝায়? ২

গ. উদ্দীপকের উপাদানসমূহের নিরাপদ সংরক্ষণ কৌশল বর্ণনা করো। ৩

ঘ. স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর উপাদানসমূহের ক্ষতিকর প্রভাব পরিলক্ষিত হয়– বিশ্লেষণ করো। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক "একই পরমাণুতে যেকোন দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ কক্ষ তাপমাত্রায় $BaSO_4$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.1×10^{-10} বলতে বোঝায়, 25°C তাপমাত্রায় স্বল্প দ্রবণীয় লবণ $BaSO_4$ এর সম্পৃক্ত দ্রবণে এর উপাদান আয়ন Ba^{+2} ও SO_4^{-2} এর ঘনমাত্রার সর্বোচ্চ গুণফল হলো 1.1×10^{-10}।

$$BaSO_{4(aq)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(ag)}$$

$K_{SP} = S \times S$
$= S^2$
$= 1.1 \times 10^{-10}$

গ HCl, NH_3 ও NaOH এই রাসায়নিক দ্রব্যগুলোর নিরাপদে সংরক্ষণ কৌশল বর্ণনা করা হলো–

HCl হলো অত্যন্ত তীব্র এসিড ও ক্ষয়কারক পদার্থ। তাই হাইড্রোক্লোরিক এসিডকে কাচ বা সিরামিকে তৈরি বোতলে সংরক্ষণ করতে হবে। বোতলের মুখ রাবারের কর্ক দ্বারা বন্ধ রাখতে হবে। কোনভাবেই বোতলের মুখ খুলে রাখা যাবে না। কারণ HCl ধোঁয়া বায়ুতে মিশে যেতে পারে। আবার HCl এসিডে কখনো সরাসরি পানিও যোগ করা যাবে না।

NH_3 এর দ্রবণ হলো NH_4OH। NH_4OH যুক্ত বোতলের মুখ খোলা রাখা যাবে না কেননা NH_3 গ্যাস সহজে উড়ে যায়। তাই NH_4OH কে বায়ুচলাচলমুক্ত কেবিনেটে সংরক্ষণ করা উচিত।

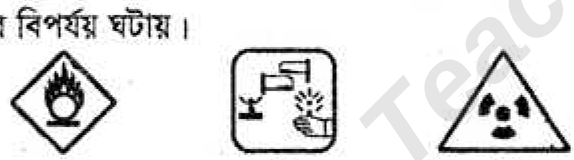
অপরদিকে NaOH হলো একটি তীব্র ক্ষার ও ক্ষয়কারী পদার্থ। এটি ল্যাবরেটরিতে ফিউম হুডের নিচে স্থাপিত কেবিনেটে সংরক্ষণ করা উচিৎ এবং কখনো সংরক্ষিত বোতলের মুখ খোলা রাখা উচিত নয়। এছাড়াও NaOH কাচের পাত্রের সাথে বিক্রিয়া করে Na_2SiO_3 তৈরি করে বলে বোতলে কাচের স্টপার ব্যবহার না করে পলিথিন জাতীয় স্টপার ব্যবহার করা উচিত।

ঘ প্রদত্ত উপাদানসমূহের স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর ক্ষতিকর প্রভাব আলোচনা করা হলো–

1. **HCl: স্বাস্থ্যের উপর ক্ষতিকর প্রভাব:** এটি মারাত্মক বিষাক্ত গ্যাস এবং ক্ষয়কারী এসিড। মুখ, গলা, শ্বাসনালীতে প্রদাহ সৃষ্টি করে এমনকি মৃত্যুও হতে পারে।
   পরিবেশের উপর ক্ষতিকর প্রভাব: পানিতে মিশে পানির pH মান মারাত্মকভাবে হ্রাস করে।
2. **NH_3: স্বাস্থ্যের উপর ক্ষতিকর প্রভাব:** অ্যামোনিয়া একটি ক্ষয়কারী গ্যাস। এর প্রভাবে ফুসফুস, চোখ ও ত্বকের মারাত্মক ক্ষতিসাধিত হয়। প্রশ্বাসে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া গ্রহণে মৃত্যুর ঝুঁকি রয়েছে।
   পরিবেশের উপর ক্ষতির প্রভাব: অত্যন্ত নিম্ন মাত্রাতেও অ্যামোনিয়া জলজ পরিবেশের মারাত্মক ক্ষতিসাধন করে। এছাড়া মাটি ও বায়ু দূষণে অতিরিক্ত অ্যামোনিয়া গ্যাস দায়ী।
3. **NaOH: স্বাস্থ্যের উপর ক্ষতিকর প্রভাব:** একটি ক্ষয়কারী রাসায়নিক উপাদান। মাত্র 10%(w/v) দ্রবণ 30 সেকেন্ডের মধ্যে চোখ অন্ধ করে দিতে পারে। মুখে প্রবেশ করলে গলা, শ্বাসনালী ও পাকস্থলীর মারাত্মক সংক্রমণ ঘটায়।

পরিবেশের ক্ষতিকর প্রভাব: পানিতে মিশে পানির দূষণ ঘটায়। বায়ুতে বিয়োজিত হয়ে Na_2O উৎপন্ন করে যা মারাত্মক ক্ষতিকারক গ্যাস। এ গ্যাস পরিবেশের বিপর্যয় ঘটায়।

প্রশ্ন ▶৩



A B C

[রা. বো. ২০১৬]

ক. ল্যাবরেটরি কিট কী? ১

খ. গ্লাস ক্লিনারে অ্যামোনিয়া ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপক C প্রতীক কোনো পাত্রে থাকলে তার পরিত্যাগ কৌশল বর্ণনা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে নির্দেশিত হ্যাজার্ড প্রতীকগুলোর মধ্যে ঝুঁকির তুলনামূলক মাত্রা বিশ্লেষণ করো। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফার্স্ট এইড বক্সে ব্যবহৃত সকল প্রয়োজনীয় বস্তুকে একত্রে ল্যাবরেটরি কিট বলে।

খ গ্লাস ক্লিনারের মূল উপাদান হিসেবে NH_3 ব্যবহার করা হয়। কারণ NH_3 পানির সাথে বিক্রিয়ায় NH_4OH উৎপন্ন করে। উৎপন্ন NH_4OH এর OH^- আয়ন কাচের কোনোরূপ ক্ষতি করে না বরং ময়লা পরিষ্কার করতে সহায়তা করে কিন্তু গ্লাসে ময়লা হিসাবে সাধারণত ধূলাবালির কণা এর পৃষ্ঠতলের উপর জমা হয়। আর ধুলাবালির এই কণাসমূহ বিভিন্ন ধাতুর অক্সাইড হিসাবে থাকে যা অ্যামোনিয়ার সাথে বিক্রিয়ায় গ্লাসের পৃষ্ঠতল থেকে অপসারিত হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে NH_3 ব্যবহার করা হয়।

গ উল্লেখিত প্রতীকগুলো রাসায়নিক ল্যাবে বিদ্যমান বা ব্যবহৃত বিভিন্ন ক্ষতিকর রাসায়নিক দ্রব্যাদি বা যৌগের ঝুঁকির মাত্রা নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়। প্রদত্ত C প্রতীকটি তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্দেশক। তেজস্ক্রিয় মৌল বা তাদের যৌগ হতে এ ধরনের রশ্মি নির্গত হয়। এটি মানব দেহের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। তাই এ ধরনের পদার্থ পরিত্যাগে বিশেষ কৌশল এবং সতর্কতা প্রয়োজন।

প্রদত্ত C পাত্রের পদার্থকে পরিত্যাগের কৌশল বর্ণনা করা হলো–

তেজস্ক্রিয় পদার্থ বা তাদের যৌগ হতে নির্গত পদার্থসমূহকে লেড নির্মিত পাত্রে সংরক্ষণ করতে হবে। কেননা এক্ষেত্রে রিসাইকেলিং এর কোনো সুযোগ নেই। তবে কোনো মাধ্যমে যদি তেজস্ক্রিয়তা প্রশমিত করা যায় তবে নিরাপদ দূরত্ব বজায় রেখে সে পদ্ধতি অবলম্বন করতে হবে। পাশাপাশি স্বাস্থ্য ঝুঁকি এড়াতে বিশেষ কাচ দ্বারা নির্মিত চশমা এবং তেজস্ক্রিয় নিরোধক বস্ত্র পরিধান করতে হবে।

উপরের বিষয়গুলো প্রয়োজনীয় সতর্কতার সহিত যথাযথভাবে অবলম্বন করে তেজস্ক্রিয় পদার্থ পরিত্যাগ করা সম্ভব।

ঘ ল্যাবরেটরিতে প্রয়োজনীয় পরীক্ষা নিরীক্ষা সম্পন্ন করার জন্য সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক দ্রব্যাদি বোতলে যথাযথ স্থানে রাখতে হবে। এক্ষেত্রে সকল প্রকার ঝুঁকি এড়াতে বোতলের গায়ে সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক দ্রব্যের ক্ষতি নির্দেশক সাংকেতিক চিহ্ন ব্যবহার করতে হবে।

এখানে তিনটি হ্যাজার্ড প্রতীক দেখানো হয়েছে। প্রতীকগুলো যথাক্রমে জারক, ক্ষয়কারক এবং তেজস্ক্রিয় নির্দেশক।

নিচে এদের ঝুঁকির তুলনামূলক মাত্রা বিশ্লেষণ করা হলো–

জারক পদার্থ গ্যাসীয় বা তরল হতে পারে। এ জাতীয় পদার্থ নিঃশ্বাসে গেলে শ্বাসকষ্ট, ত্বকের সংস্পর্শে ত্বকের ক্ষতি হতে পারে। এছাড়াও চোখে পড়লে চোখেরও ক্ষতি হয়।

আবার ক্ষয়কারক (B) পদার্থের মধ্যে রয়েছে কস্টিক সোডা (NaOH), KOH, H_2SO_4, HCl, H_2O_2, $AgNO_3$ ইত্যাদি। এরা সবই তীব্র ক্ষয়কারী উপাদান। এসব উপাদান ত্বকে পড়লে ত্বক পুড়ে যায়, এমনকি চোখে পড়লে চোখও নষ্ট হয়ে যেতে পারে। তাই এটিও যথেষ্ট ঝুঁকিপূর্ণ।

এছাড়া তেজস্ক্রিয় (C) পদার্থসমূহ থেকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত হয়। এটি মানব দেহের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। তেজস্ক্রিয় রশ্মিসমূহ দেহে পড়লে ত্বকের ক্ষতি হতে শুরু করে দেহ বিকলাঙ্গ পর্যন্ত হতে পারে। তাছাড়াও ক্যান্সার নামক মরণ ব্যাধিতে আক্রান্ত হবার সম্ভাবনাও প্রকট। তাই পর্যালোচনা শেষে বলা যায় যে, তিনটি প্রতীকের মধ্যে C প্রতীক অর্থাৎ তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্দেশক প্রতীকটি তুলনামূলকভাবে অধিকতর ঝুঁকিপূর্ণ।

প্রশ্ন ▶৪



পাত্র-A পাত্র-B পাত্র-C পাত্র-D

[দি. বো. ২০১৭]

ক. ফার্স্ট এইড বক্স কী? ১

খ. NaOH এবং HF এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুবক মানের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. A পাত্রে বিদ্যমান H_2SO_4 এর ভর নির্ণয় করো। ৩

ঘ. মাত্রিক বিশ্লেষণে উদ্দীপকের কাচযন্ত্রের কোনগুলো অপরিহার্য? বিশ্লেষণ করো। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ল্যাবরেটরিতে ছোটোখাটো দুর্ঘটনায় প্রাথমিক চিকিৎসার জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ সম্বলিত বাক্সকে ফার্স্ট এইড বক্স বলে।

খ NaOH ও HF এর প্রশমনের ক্ষেত্রে স্থির তাপ –57.3 kJ থেকে কিছু বেশি তাপ উৎপন্ন হয়। কারণ এদের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ NaF পানিতে দ্রবীভূত হয়ে Na^+ ও F^- আয়ন উৎপন্ন করে। F^- আয়নের চার্জের ঘনত্ব অন্যান্য আয়নের চেয়ে বেশি হওয়ায় F^- এর সাথে দ্রাবক পানি তুলনামূলকভাবে কিছুটা বেশি দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়, ফলে নির্গত তাপশক্তির পরিমাণও বেশি হয়। ফ্লোরাইড আয়নের এ উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বাড়তি হাইড্রোজেন এনথালপি HF এর প্রশমন তাপের সাথে একত্রে নির্গত হয় বলে HF এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুবক মানের চেয়ে বেশি।

গ প্রদত্ত A পাত্রে আছে H_2SO_4 দ্রবণ। পাত্রে H_2SO_4 এর আয়তন 250 cm^3 এবং যেহেতু দ্রবণটি মোলার দ্রবণ তাই এখানে ঘনমাত্রা 1M।
সুতরাং, H_2SO_4 এর আণবিক ভর = 2 + 32 + 64 = 98
আমরা জানি,

$$\text{ঘনমাত্রা} = \frac{\text{ভর} \times 1000}{\text{আয়তন } (cm^3) \times \text{আণবিক ভর}}$$

$$\therefore H_2SO_4 \text{ এর ভর} = \frac{1 \times 250 \times 98}{1000} = 24.5\ g$$

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে A পাত্রে বিদ্যমান H_2SO_4 এর ভর হলো 24.5 g।

ঘ প্রশ্নানুসারে A পাত্রটি হলো কনিক্যাল ফ্লাস্ক। এটি ছোট গলাযুক্ত চ্যাপ্টা তলবিশিষ্ট কাচের পাত্র। আবার B পাত্রটি হলো গোলতলী ফ্লাস্ক। ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষাধীন উপকরণের মধ্যে যদি কোনো উপাদানের ভৌত অবস্থা কঠিন হয় তবে সে উপাদানকে ফ্লাস্কের মধ্যে নেওয়া হয়। আবার থিসল ফানেলের সাহায্যে প্রয়োজনীয় তরল তখন ফ্লাস্কের মধ্যে নিয়ে তাপ দিয়ে বিক্রিয়া করানো হয়। একই সাথে উল্লেখিত C পাত্রটি হলো মেজারিং সিলিন্ডার। এটি চোঙাকৃতি, একমুখ খোলা এবং একমুখ বন্ধ mL এ দাগাঙ্কিত মোটা কাচনল যার সাহায্যে পরীক্ষাগারে তরল পরিমাপ করা হয়। সাধারণত কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের তরল পরিমাপের জন্য একে ব্যবহার করা হয়। সবশেষে প্রদত্ত D পাত্রটি হলো ব্যুরেট। এটি একটি দাগকাটা সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট কাচনল। ব্যুরেট সাধারণত 50 mL আয়তনের হয়ে থাকে। এর সাহায্যে 0.1 mL পর্যন্ত আয়তন সুষ্ঠুভাবে স্থানান্তর করা যায়। আয়তন মাত্রিক বিশ্লেষণের সময় পিপেট দ্বারা মেপে নির্দিষ্ট আয়তনের টাইট্রেন্ট কনিক্যাল ফ্লাস্কে নেওয়া হয় এবং ব্যুরেট হতে টাইটার যোগ করে উপযুক্ত নির্দেশকের উপস্থিতিতে টাইট্রেশন ক্রিয়া সম্পন্ন হয়।
উল্লেখিত কনিক্যাল ফ্লাস্ক, ব্যুরেট, মেজারিং সিলিন্ডার মূলত সূক্ষ্ম আয়তন পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয়। কিন্তু গোলতলী ফ্লাস্কের সাহায্যে সূক্ষ্ম আয়তন পরিমাপ করা হয় না বরং এর অভ্যন্তরে প্রদেয় উত্তাপের সাহায্যে বিক্রিয়া ঘটানো হয়।
তাই উপরের আলোচনার যৌক্তিকতার সাপেক্ষে বলা যায় যে ব্যবহারিক দিক বিবেচনায় মাত্রিক বিশ্লেষণ B বাদে প্রদত্ত A, C ও D বা কনিক্যাল ফ্লাস্ক, মেজারিং সিলিন্ডার ও ব্যুরেট কাঁচযন্ত্রগুলো উপযোগী।

প্রশ্ন ▶৫



A B C D

/দি. বো. ২০১৬/

ক. সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ কী? ১
খ. তীব্র এসিড এবং তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির—ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকের A চিত্রের উপকরণগুলোর প্রয়োগ বর্ণনা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের উপাদানসমূহ ল্যাবরেটরি নিরাপত্তা বিধানে অতীব জরুরি, বিশ্লেষণ করো। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে গুণগত বিশ্লেষণে পরীক্ষণীয় নমুনা পদার্থের 0.05g থেকে 0.2g ব্যবহার করা হয় এবং দ্রবণের পরিমাণ 2-4 mL হয়ে থাকে তাকে সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ বলে।

খ তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির এবং এই মানটি হলো –57.3 kJ। অম্ল ও ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া একটি আয়নিক বিক্রিয়া। কারণ অম্ল ও ক্ষার বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পূর্বে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় এবং বিক্রিয়ালব্ধ দ্রবণও সম্পূর্ণরূপে আয়নিত অবস্থায় থাকে। যেমন, NaOH ও HCl এর মধ্যে সংঘটিত প্রশমন বিক্রিয়া–
$(Na^+ + OH^-) + (H^+ + Cl^-) = Na^+ + Cl^- + H_2O$
আসলে সকল সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H^+ ও OH^- আয়ন যুক্ত হয়ে একই পদার্থ H_2O তৈরি করে। এই একই পদার্থ তৈরিতে নির্গত তাপের পরিমাণও একই হয়। তাই, তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির।

গ A চিত্রটি ফার্স্ট এইড বক্সের। এর উপকরণগুলো ল্যাবরেটরিতে দুর্ঘটনার প্রাথমিক চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়।
এ বাক্সে প্রাথমিক চিকিৎসার জন্য কিছু প্রয়োজনীয় সামগ্রী থাকে। যেমন- (i) ব্যান্ডেজ, (ii) কটন, (iii) কাঁচি, (iv) স্টেরাইল প্যাড, (v) এন্টিসেপটিক ডেটল, (vi) ব্যাথা নিবারক ট্যাবলেট, (vii) স্পিরিট ও (viii) ফার্স্ট এইড ম্যানুয়েল।
ল্যাবরেটরিতে কাজের সময় পুড়ে যাওয়া, কেটে যাওয়া, মুখে এসিড/ক্ষার দ্রবণ চলে আসা বা চোখে ক্ষতিকর ধোঁয়া আসলে প্রাথমিক চিকিৎসা হিসেবে ফার্স্টএইড বক্সের উপকরণগুলো ব্যবহৃত হয়।
কেটে ছিড়ে গেলে ভালো করে পরিষ্কার করে ফার্স্ট এইড বক্স থেকে স্যাভলন/ডেটল লাগানো হয়। আঘাতে ব্যথা পেলে প্রথমে বরফ তারপর ব্যথা নিবারক মলম দেয়া হয়। আগুনের তাপ লাগলে সঙ্গে সঙ্গে পানি দিয়ে ঠাণ্ডা করে ফার্স্ট এইড বক্স থেকে বার্নল বা এ জাতীয় মলম লাগানো হয়। এভাবে বিভিন্নভাবে ফার্স্ট এইড বক্সের উপাদানগুলো ল্যাবরেটরিতে প্রাথমিক চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়।

ঘ উদ্দীপকের A, B, C ও D উপাদানগুলো হলো যথাক্রমে ফার্স্ট এইড বক্স, অগ্নিনির্বাপক, কম্বল ও বালি। এগুলো ল্যাবরেটরির নিরাপত্তা বিধানে অতীব জরুরি।
রসায়ন ল্যাবরেটরিতে এতসব দাহ্য পদার্থ নিয়ে কাজ করা হয় যে, কখনও অসাবধানতাবশত আগুন লাগলে তা নিয়ন্ত্রণের বাইরে চলে যাওয়াটা স্বাভাবিক। এ কারণে প্রত্যেক ল্যাবরেটরিতে অগ্নিনির্বাপক, কম্বল, বালি রাখা জরুরি। আগুন লাগলে প্রথমে বার্নার বা গ্যাস লাইন বন্ধ করে দিয়ে উদ্দীপকের B চিহ্নিত অগ্নিনির্বাপক ব্যবহার করা উচিৎ। অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রের পিন খুলে দিয়ে হাতল বা হ্যান্ডেল চাপ দিয়ে আগুনের উৎপত্তিস্থলে স্প্রে করতে হয়। ফলে আগুন নিভে যায়। কারও শরীরে আগুন লেগে গেলে সঙ্গে সঙ্গে পরিধানের কাপড় খুলে উদ্দীপকের C চিহ্নিত প্রয়োজনীয় অগ্নি প্রতিরোধ কম্বল গায়ে জড়িয়ে আগুন থেকে রক্ষার ব্যবস্থা করতে হয়। ল্যাবরেটরিতে কখনও পানি ব্যবহার করা উচিত নয়। আবার, বালি ছিটিয়েও আগুন নেভানো যায়। তাই ল্যাবরেটরির কোনায় উদ্দীপকের D চিহ্নিত বালতিতে বালি রাখা উচিত। আর A চিহ্নিত ফার্স্ট ... ছোটখাটো দুর্ঘটনা যেমন, পুড়ে যাওয়া, কেটে যাওয়া, মুখে এসিড বা ক্ষার চলে যাওয়া, ক্ষতিকর ধোঁয়া চোখে যাওয়া ইত্যাদিতে প্রাথমিক চিকিৎসারূপে ব্যবহৃত হয়। তাই বলা যায়, উদ্দীপকের উপাদানসমূহ ল্যাবরেটরির নিরাপত্তা বিধানে অতীব জরুরি।

প্রশ্ন ▶ ৬ ল্যাবরেটরীতে বহুল ব্যবহৃত কয়েকটি রাসায়নিক হলো NH_3 দ্রবণ, H_2SO_4, ধাতব Na। উদ্দীপকের আলোকে নিচের প্রশ্নগুলির উত্তর দাও: */দি. বো. ২০১৫/*

ক. অরবিটাল সংকরণ কী? ১

খ. K_c এর মান কখনও শূন্য হতে পারে না কেন? ২

গ. ল্যাবরেটরিতে উল্লেখিত রাসায়নিক দ্রব্যগুলো কীভাবে সংরক্ষণ করা হয়? ৩

ঘ. উদ্দীপকের রাসায়নিক দ্রব্যগুলোর অধিক ব্যবহার পরিবেশ ও মানব সভ্যতার জন্য হুমকিস্বরূপ— বিশ্লেষণ করো। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিক্রিয়াকালে কোনো পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের বিভিন্ন অরবিটালসমূহ পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে পরে সমশক্তির অরবিটাল সৃষ্টির করার প্রক্রিয়াকে অরবিটালসমূহের সংকরণ বলা হয়।

খ আমরা জানি,

$$K_c = \frac{\text{উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রার গুণফল}}{\text{বিক্রিয়কসমূহের ঘনমাত্রার গুণফল}}$$

K_c এর মান শূন্য হবার জন্য উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কিন্তু রাসায়নিক সাম্যাবস্থায় উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা কখনও শূন্য হতে পারে না। তাই বলা যায় K_c এর মান কখনও শূন্য হতে পারে না।

গ ল্যাবরেটরীতে উল্লেখিত রাসায়নিক দ্রব্যগুলোর সংরক্ষণ পদ্ধতি নিয়ে আলোচনা করা হলো :

NH_3 দ্রবণ এর সংরক্ষণ: NH_3 দ্রবণ হলো মূলত NH_4OH। NH_4OH পূর্ণ বোতলের মুখ কখনো খোলা রাখা যাবে না। কেননা NH_3 গ্যাস সহজে উড়ে চলে যায়। তাই NH_4OH পূর্ণ বোতল বায়ু চলাচলমুক্ত কেবিনেটে সংরক্ষণ করা উচিত।

H_2SO_4 এর সংরক্ষণ: H_2SO_4 একটি শক্তিশালী জারক পদার্থ। তাই একে বিজারক পদার্থের নিকটে রাখা যাবে না। H_2SO_4 সূর্যের আলো ও তাপ হতে দূরে রঙিন কাচের বা সিরামিকের বোতলে মুখ বন্ধ অবস্থায় রাখা উচিত এবং H_2SO_4 এর মধ্যে কখনও সরাসরি পানি যোগ করা যাবে না।

ধাতব Na এর সংরক্ষণ: ধাতব Na কে পেট্রোল বা কেরোসিনের নিচে রেখে সংরক্ষণ করা হয়। কারণ ধাতব Na কে মুক্ত অবস্থায় রাখলে, আর্দ্র বাতাসের সংস্পর্শে ধাতব সোডিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয় যা বাতাসের জলীয় বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন করে। এটি পুনরায় বাতাসের কার্বন ডাই অক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন করে। এতে Na ধাতু তার মৌলিকত্ব হারিয়ে ফেলে।

$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$

$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$

$2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

ঘ উদ্দীপকের রাসায়নিক দ্রব্যগুলোর অধিক ব্যবহার পরিবেশ ও মানব সভ্যতার জন্য হুমকি-স্বরূপ। এর কারণ নিচে আলোচনা করা হলো:

NH_3 দ্রবণ এর প্রভাব: NH_3 গ্যাস শ্বাস প্রশ্বাসের সাহায্যে শরীরে প্রবেশ করলে শ্বাস-প্রশ্বাসের কষ্ট হয়, গলায় ক্ষতের সৃষ্টি হয়, চোখে পড়লে চোখ পুড়ে যায়, চোখ লালচে হয়, ব্যথা করে আবার শরীরে প্রবেশ ঘটলে ব্রঙ্কাইটিস, অ্যাজমা প্রভৃতি রোগ হতে পারে। এই NH_3 গ্যাস মানবদেহের রক্তের pH বৃদ্ধি করে যা কোষের অক্সিজেন সরবরাহ হ্রাস করে। এটি জলজ জীবের উপর বিষক্রিয়া সৃষ্টি করে, ফলে উদ্ভিদের অস্বাভাবিক বৃদ্ধি বা ক্ষয় ঘটে। এটি উদ্ভিদে অক্সিজেনের ঘাটতি করে। ফলে মাছ ও অন্যান্য জলজ জীবের জীবন ধারণে খুব কষ্ট হয়। NH_3 মাটিতে নির্গত হলে পানির সাথে বিক্রিয়ায় NH_4^+ আয়ন তৈরি হয় এবং আয়ন মাটিতে শোষিত হয়। নাইট্রিফাইং ব্যাকটেরিয়ার প্রভাবে NH_4^+ আয়ন NO_2 বা NO_3^- আয়নে পরিণত হয় এবং H^+ আয়ন মাটিতে অপসারিত হয়। অতিরিক্ত এই H^+ আয়ন মাটির অম্লত্ব বৃদ্ধি করে।

H_2SO_4 এর প্রভাব: H_2SO_4 অত্যন্ত ক্ষয়কারী পদার্থ। এটি মাটি ও পানির pH মানকে হ্রাস করে। জলজ জীবের উপর স্বল্প সময়ে এটি তীব্র বিষাক্ততা সৃষ্টি করে। এছাড়াও গাছ-পালা, পশু-পাখি ও মানুষের উপর H_2SO_4 ছিটকে পড়লে এরা মারাত্মকভাবে পুড়ে যেতে পারে।

ধাতব Na এর প্রভাব: ধাতব Na একটি বিজারক পদার্থ এবং এটি অত্যন্ত সক্রিয় হওয়ায় পানির সাথে বিক্রিয়া করলে আগুন ধরে যায় যা থেকে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

কাজেই উদ্দীপকের রাসায়নিক দ্রব্যগুলোর অধিক ব্যবহার পরিবেশ ও মানব সভ্যতার উপর বিরূপ প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করতে পারে। এজন্য অত্যন্ত সতর্কতার সাথে এসব রাসায়নিক দ্রব্যকে পরিমিতভাবে ব্যবহার করা উচিত।

প্রশ্ন ▶ ৭

গাঢ় H_2SO_4	NH_4OH	$KMnO_4$	$LiAlH_4$
A পাত্র	B পাত্র	C পাত্র	D পাত্র

/কু. বো. ২০১৭/

ক. দ্রাব্যতা কী? ১

খ. 2d অরবিটাল সম্ভব নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের উপাদানসমূহের সংরক্ষণ পদ্ধতি আলোচনা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের যৌগসমূহের অপরিমিত ব্যবহার মানব স্বাস্থ্য এবং পরিবেশের জন্য হুমকীস্বরূপ কিনা? বিশ্লেষণ করো। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ 2d অরবিটালের ক্ষেত্রে n এর মান 2। n এর মানের উপর সহকারি কোয়ান্টাম সংখ্যা l এর মান নির্ভর করে এবং l এর মান 0 হতে $(n-1)$ পর্যন্ত হয়। সুতরাং n যখন 2 তখন l এর মান হবে 0 এবং 1। কিন্তু d অরবিটালের জন্য l এর মান হতে হবে 2। এখানে $n = 2$ হওয়ায় l এর সর্বোচ্চ মান হয় 1। তাই 2d অরবিটাল সম্ভব নয়।

গ প্রদত্ত পাত্রগুলোতে আছে গাঢ় H_2SO_4, NH_4OH, $KMnO_4$ ও $LiAlH_4$। এগুলো সবই রাসায়নিক পদার্থ। এদের সংরক্ষণ পদ্ধতি আলোচনা করা হলো—

$LiAlH_4$ কে পানিতে ফেলা যাবে না। কারণ পানির সংস্পর্শে এতে বিস্ফোরণের মাধ্যমে আগুন ধরে যায়। আবার গাঢ় H_2SO_4 ক্ষয়কারী বিকারক। তাই এটি কোনো অবস্থাতেই ত্বকের সংস্পর্শে আনা যাবে না এবং উল্লেখিত উপাদানসমূহকে পৃথক পৃথক বিকারক বোতলে রেখে ল্যাবরিটরিতে নির্দিষ্ট তাকে বা সেলফে গুছিয়ে রাখতে হবে। এছাড়াও বিকারক বোতলের মধ্যে দুটি বিকারক বোতলের মুখের কর্ককে বিনিময় করা যাবে না। এসব উপাদান সংরক্ষণের ক্ষেত্রে রেকর্ড খাতা অনুসরণ করে চলতে হবে। পাশাপাশি সংরক্ষণের ক্ষেত্রে স্টোররুম ব্যবহার করা জরুরি এবং প্রতিটি রাসায়নিক উপাদান সংরক্ষণের পূর্বে তার বিপদের মাত্রা কত সে সম্পর্কে খুব ভালো পূর্ব ধারণা থাকা আবশ্যক। আবার প্রতিটি রাসায়নিক পদার্থকে প্লাস্টিকের পাত্রে আবদ্ধ অবস্থায় রাখতে হয় যাতে করে পদার্থের কোনোরূপ ক্ষয় বা পাত্র ভেঙে না যায় বা মরিচা না পড়ে। এছাড়াও চোখের দৃষ্টি সীমানা বরাবর রাসায়নিক উপাদানকে সংরক্ষণ করা উচিত।

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায়, প্রদত্ত রাসায়নিক পদার্থসমূহকে তাদের সক্রিয়তা অনুসারে এবং নিয়মানুযায়ী যথাযথভাবে সংক্ষরণ করা হলে রাসায়নিক পদার্থের ঝুঁকি থেকে রক্ষা পাওয়া সম্ভবপর হবে।

ঘ এখানে যৌগসমূহের মধ্যে রয়েছে গাঢ় H_2SO_4, NH_4OH, $KMnO_4$ ও $LiAlH_4$।

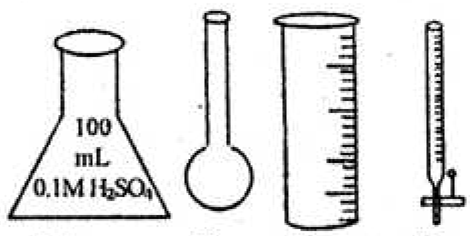
গাঢ় H_2SO_4 মারাত্মক ক্ষয়কারী, তীব্র জারক এবং এটি চোখ, মুখ, শ্বাসনালীতে সংক্রমণ ও ত্বকের প্রদাহ সৃষ্টি করে। এমনকি ফুসফুসও আক্রান্ত হয় ও পানিতে মিশলে পানির pH মানের দ্রুত হ্রাস ঘটে। এতে করে জলজ প্রাণী ও উদ্ভিদের ইকোসিস্টেমের বিপর্যয় ঘটে। আবার গাঢ় H_2SO_4 মাটির অণুজীবকেও ধ্বংস করে। ফলে ঐ মাটিতে আর উদ্ভিদ জন্মাতে পারে না।

NH_4OH মারাত্মক শ্বাস কষ্ট, গলা ও শ্বাসনালীতে ক্ষতের সৃষ্টি করে এবং চোখ জ্বালাপোড়া করে ও মুহূর্তের মধ্যে চোখ রক্ত বর্ণ ধারণ করে। এটি পানিতে মিশে মাছসহ অন্যান্য জলজ প্রাণীদের মৃত্যু ঘটায়। আবার NH_3 গ্যাস হিসাবে বায়ুতে মিশলে গাছপালা ঝলসে যায়, পাখিরা মরে যায়, মানুষ শ্বাস কষ্টে ভোগে এমনকি মৃত্যুও হতে পারে।

$KMnO_4$ তীব্র জারক হওয়ায় ত্বকের সংস্পর্শে আসলে ক্ষতের সৃষ্টি করে এবং পেটে গেলে ডায়রিয়া হবার সম্ভাবনা থাকে। এর প্রভাবে কিডনি সম্পূর্ণরূপে বিনষ্ট হয়। তাছাড়া পানিতে মিশলে পানিতে দ্রবীভূত O_2 এর পরিমাণ কমিয়ে দেয়। ফলে জলজ মাটির উর্বরাশক্তি হ্রাস পায়। এছাড়াও $LiAlH_4$ ও সরাসরি পরিবেশে ফেললে সেটা পরিবেশ ও প্রাণিকুলের ক্ষতি করে।

উপরোক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় প্রদত্ত যৌগসমূহের অপরিমিত ব্যবহার মানব স্বাস্থ্য এবং পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ। তাই এদের যথাযথ ব্যবহারবিধি সম্পর্কে ধারণা রাখতে হবে।

প্রশ্ন ▶ ৮



A B C D

/কু. বো. ২০১৬/

ক. মোলারিটি কী? ১

খ. শীতকালে কোল্ডক্রিম ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. A পাত্রে বিদ্যমান H_2SO_4 এর পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. মাত্রিক বিশ্লেষণে উদ্দীপকের কাচযন্ত্রের কোনগুলি অপরিহার্য বিশ্লেষণ করো। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির উষ্ণতায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর বা মোল সংখ্যাকে ঐ দ্রবণে দ্রবটির মোলারিটি বলা হয়।

খ কোল্ডক্রিম হচ্ছে পানি এবং তেল অথবা চর্বির এক ধরনের ইমালশন অর্থাৎ তেলের মধ্যে পানির মিশ্রণ। শীতকালে বাতাসের আর্দ্রতা কম থাকায় শরীরের ত্বক অতিরিক্ত শুষ্কতায় ফেটে যায়। ত্বকের এই ফেটে যাওয়া হতে সুরক্ষার জন্য মূলত কোল্ডক্রিম ব্যবহৃত হয়। এটি ত্বকে প্রয়োগ করা হলে ইমালশনের বিয়োজনে পানির বাষ্পীকরণ ঘটে। এর ফলে ত্বকে শীতলকরণ অনুভূত হয় এবং ত্বক নরম ও মসৃণ থাকে যা ত্বকের পানিশূন্যতাকে বাধাগ্রস্থ করে। ফলে দীর্ঘ সময় ধরে ত্বক শুষ্কতা ও রুক্ষতা থেকে সুরক্ষিত থাকে। তাই শীতকালে কোল্ডক্রিম ব্যবহার করা হয়।

গ সৃজনশীল ৪ এর 'গ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ সৃজনশীল ৪ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তর দেখো।

প্রশ্ন ▶ ৯ বিশ্লেষণী রসায়নে ক'টি পদ্ধতি রয়েছে যেমন—

(i) মাইক্রো পদ্ধতি;

(ii) সেমি মাইক্রো পদ্ধতি;

(iii) টাইট্রেশন পদ্ধতি

/চ. বো. ২০১৭/

ক. ক্ষয়কারী পদার্থের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. কাচের যন্ত্রপাতি পরিষ্কারের ক্ষেত্রে সতর্কতাগুলো লেখো। ২

গ. (iii) নং পদ্ধতিটি ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. (i) ও (ii) নং পদ্ধতি দুটির সুবিধা ও অসুবিধাগুলোর তুলনামূলক আলোচনা করো। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল পদার্থ সজীব টিস্যু বা ত্বকের ক্ষতিসাধন করে তাদেরকে ক্ষয়কারী পদার্থ বলে।

খ কাচের যন্ত্রপাতি পরিষ্কারের ক্ষেত্রে নিম্নলিখিত সতর্কতাগুলো অবলম্বন করতে হবে—

১. গ্লাস সামগ্রী ধোয়ার সময় পানির ট্যাপে বা বেসিনে যেন আঘাত না লাগে।

২. ক্ল্যাম্প দ্বারা স্ট্যান্ডের সাথে আটকানোর সময় যেন অসতর্কতাবশত অধিক চাপে গ্লাস সামগ্রী ভেঙে না যায়।

৩. গ্লাস যন্ত্রের বাইরের দেওয়ালে পানি থাকা অবস্থায় উত্তপ্ত করা থেকে বিরত থাকতে হবে।

৪. উত্তপ্ত কাচপাত্রকে কখনোই পানি দ্বারা ধোয়া যাবে না। এক্ষেত্রে গরম কাচে পানি লাগলে তা ফেটে যাবে।

গ আয়তন বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে টাইট্রেশন একটি বহুল ব্যবহৃত পদ্ধতি। এ পদ্ধতিতে জানা ঘনমাত্রার দ্রবণ ব্যবহার করে অজানা দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করা হয়। এজন্য জানা ঘনমাত্রার দ্রবণকে ব্যুরেটে এবং অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণকে কনিক্যাল ফ্লাস্কে নিয়ে তাতে উপযুক্ত নির্দেশক যোগ করে উপর থেকে ফোঁটায় ফোঁটায় জানা ঘনমাত্রার দ্রবণ যোগ করা হয়। ব্যুরেট থেকে জানা ঘনমাত্রার দ্রবণ যোগ করতে করতে এক সময় নির্দেশকের বর্ণ পরিবর্তিত হয়ে যায়। এ সময় ব্যুরেট থেকে জানা ঘনমাত্রার দ্রবণের আয়তন পাঠ নেয়া হয়।

এসিড ক্ষার টাইট্রেশনের মূলনীতি—

$$\frac{V_A \times M_A}{x} = \frac{V_B \times M_B}{y}$$

এখানে, V_A = এসিডের আয়তন, M_A = এসিডের ঘনমাত্রা,

V_B = ক্ষারের আয়তন, M_B = ক্ষারের ঘনমাত্রা,

x = ক্ষারের অম্লতা, y = এসিডের ক্ষারকতা

এভাবেই টাইট্রেশনের মূলনীতি ব্যবহার করে জানা দ্রবণের আয়তন ও ঘনমাত্রার সাহায্যে অজানা দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করতে পারি।

ঘ প্রদত্ত (i) নং পদ্ধতিটি হলো মাইক্রো পদ্ধতি এবং (ii) নং পদ্ধতিটি হলো সেমি মাইক্রো পদ্ধতি। পদ্ধতি দুটির সুবিধা ও অসুবিধা নিয়ে আলোচনা করা হলো—

(i) মাইক্রো পদ্ধতির সুবিধা:

১. সাধারণত 10 mg বা 1 mL এর চেয়ে কম পরিমাণ রাসায়নিক উপাদানের বিশ্লেষণ পদ্ধতি।

২. বর্ণালিবিদ্যায় UV, IR, NMR, X-Ray, Mass Spectrum প্রভৃতি ক্ষেত্রে পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়।

৩. এছাড়াও ক্রোমাটোগ্রাফি, HPLC, GLC, X-Ray diffraction এসব ক্ষেত্রে এ পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়।

৪. এ পদ্ধতি প্রস্তুতির জন্য খুব অল্প সময়ের প্রয়োজন।

৫. অল্প পরিমাণ নমুনা ও দ্রাবক ব্যবহারের কারণে এ পদ্ধতি পরিবেশ বান্ধব।

সীমাবদ্ধতা: অল্প পরিমাণ নমুনা ব্যবহার অনেক ক্ষেত্রেই জটিলতা সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে অত্যন্ত সূক্ষ্ম পরিমাণ নির্ণয়ে ব্যবহৃত যন্ত্রের যান্ত্রিক দক্ষতাও পরিপূর্ণ থাকা প্রয়োজন।

(ii) সেমি-মাইক্রো পদ্ধতির সুবিধা:

১. সাধারণত 10mg থেকে 100mg এর কম পরিমাণ রাসায়নিক উপাদানের বিশ্লেষণ পদ্ধতি।

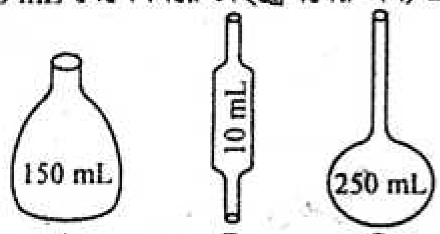
২. গ্রুপভিত্তিক বিশ্লেষণ করে অজানা লবণের ক্ষারকীয় মূলকের উপস্থিতি সম্পর্কে নিশ্চিত ধারণা এবং অম্লীয় মূলক সম্পর্কেও ধারণা লাভ করা যায়।

৩. এছাড়া এ পদ্ধতির সাহায্যে যৌগে উপাদান মৌলের শতকরা পরিমাণ সম্পর্কে ধারণা লাভ করা যায়।

৪. এ পদ্ধতি খুব সাধারণ ও কম ব্যয়বহুল।

সীমাবদ্ধতা: এ পদ্ধতিতে অব্যবহৃত রাসায়নিক বর্জ্য ও উৎপন্ন রাসায়নিক পদার্থ যথেষ্ট পরিমাণ হওয়ায় এখানে পরিবেশ দূষণ ঘটে। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ব্যায়বহুল।

প্রশ্ন ▶১০ টাইট্রেশন করার উদ্দেশ্যে একজন ছাত্র নিম্নরূপ গ্লাস সামগ্রী ব্যবহার করে Na_2CO_3 এর প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করল। এরপর, উক্ত প্রমাণ দ্রবণের 10 mL মেপে নিয়ে টাইট্রেশনের জন্য প্রস্তুত করল।



A B C

[চ. বো. ২০১৫]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহৃত হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত কাজ সম্পাদনের জন্য চিত্রের কোন কোন গ্লাস সামগ্রী ব্যবহৃত হল? ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. "টাইট্রেশন এর জন্য উদ্দীপকে প্রদর্শিত গ্লাস সামগ্রীসমূহ যথেষ্ট নয়।' উক্তিটির যথার্থতা করো। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ দেখায়। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হচ্ছে গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)

(ইটের মত লাল)

গ উদ্দীপকে বর্ণিত টাইট্রেশন সম্পাদনের জন্য C (আয়তনমিতিক ফ্লাস্ক), B (পিপেট) এবং A (কনিক্যাল ফ্লাস্ক) ব্যবহৃত হয়েছে। আয়তনমিতিক বিশ্লেষণে অর্থাৎ টাইট্রেশনে প্রয়োজনীয় গ্লাস সামগ্রী হলো আয়তনমিতিক ফ্লাস্ক (C)। নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ তৈরিতে, প্রয়োজনীয় দ্রব পরিমাপ করে ফানেল-এর সাহায্যে ফ্লাস্কে নিয়ে ফ্লাস্কের চক্রাকার দাগ পর্যন্ত দ্রাবক দিয়ে পূর্ণ করে দ্রবণ তৈরি করা হয়। গ্লাস স্টপারের সাহায্যে ফ্লাস্কে রক্ষিত দ্রবণ সংরক্ষণ করা যায়। টাইট্রেশনে নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ সংগ্রহ ও স্থানান্তরের জন্য পিপেট (B) ব্যবহৃত হয়। অপর গ্লাস সামগ্রীটি হলো কনিক্যাল ফ্লাস্ক (A) যাতে পিপেট দ্বারা নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রবণ নিয়ে টাইট্রেশন করা হয়।

উদ্দীপকে A, B এবং C কাঁচ যন্ত্র উদ্দীপকের বর্ণিত কাজ সম্পাদনে ব্যবহৃত হয়েছে। এখানে আয়তনমিতিক ফ্লাস্ক দ্বারা নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার Na_2CO_3-এর প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়েছে। আবার ঐ নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার Na_2CO_3 -এর প্রমাণ দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তন 10 mL পিপেটের সাহায্যে কনিক্যাল ফ্লাস্কে নিয়ে টাইট্রেশনের জন্য প্রস্তুত করা হয়েছে।

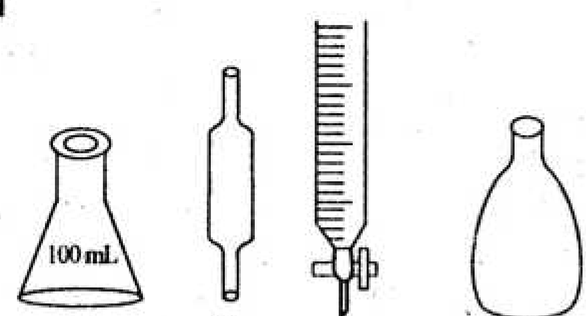
ঘ টাইট্রেশনের জন্য উদ্দীপকে প্রদর্শিত গ্লাস সামগ্রী যথেষ্ট নয়। কেননা টাইট্রেশনের জন্য উদ্দীপকের যন্ত্রসমূহ ছাড়াও ব্যুরেট, ফানেল এবং ওয়াশ বোতল প্রয়োজন।

প্রমাণ দ্রবণের একটি নির্দিষ্ট আয়তনের সাথে অজ্ঞাত ঘনমাত্রার অপর দ্রবণটি সম্পূর্ণ প্রশমন করতে যে আয়তন প্রয়োজন হয়, তা টাইট্রেশনের সমাপ্তি বিন্দুতে নিণীত হয়। প্রমাণ দ্রবণ তৈরিতে নির্দিষ্ট ভরের দ্রব পরিমাপ করে, ফানেলের সাহায্যে আয়তনমিতিক ফ্লাস্কে নিয়ে তাতে চক্রাকার দাগ পর্যন্ত ওয়াশ বোতলের সাহায্যে পানি দিয়ে পূর্ণ করে নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার প্রমাণ দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তন পিপেটের সাহায্যে কনিক্যাল ফ্লাস্কে নিয়ে এবং অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণ ব্যুরেটে নিয়ে টাইট্রেশন শুরু করা হয়।

নির্দিষ্ট ভরের Na_2CO_3 আয়তনমিতিক ফ্লাস্কে নেয়ার জন্য ফানেল প্রয়োজন। তাছাড়া ফানেলের সাহায্যে দ্রবকে আয়তনমিতিক ফ্লাস্কে নেয়ার সময় ফানেল ও বোতলের গায়ে লেগে থাকা দ্রব ফ্লাস্কে নেয়ার সময় পানি দ্বারা ধৌতকরণের জন্য ওয়াশ বোতল প্রয়োজন হয়। পিপেটের সাহায্যে আয়তনমিতিক ফ্লাস্ক হতে নির্দিষ্ট আয়তনের প্রমাণ দ্রবণ কনিক্যাল ফ্লাস্কে নিয়ে ব্যুরেটের সাহায্যে প্রমাণ দ্রবণ ফোঁটায় ফোঁটায় যোগ করে টাইট্রেশন শুরু করা হয়। টাইট্রেশন চলাকালে নির্দেশক মিশ্রিত করার পর মাঝে মাঝে ওয়াশ বোতলের পানি দ্বারা কনিক্যাল ফ্লাস্কের ভেতরের তল ধুয়ে নেয়া হয়।

সুতরাং উপরিউক্ত আলোচনা সাপেক্ষে বলা যায় যে টাইট্রেশনের জন্য উদ্দীপকে প্রদর্শিত গ্লাস সামগ্রীসমূহ ছাড়াও ব্যুরেট, ফানেল ও ওয়াশ বোতল প্রয়োজন।

প্রশ্ন ▶১১



A B C D

[সি. বো. ২০১৭]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. দ্রবণে SO_4^{2-} আয়ন কীভাবে শনাক্ত করবে? বিক্রিয়া লেখো। ২

গ. A যন্ত্রটিকে ব্যবহার করে কীভাবে NaOH এর ডেসিমোলার দ্রবণ তৈরি করবে? বর্ণনা করো। ৩

ঘ. B, C এবং D যন্ত্রকে আয়তনমিতিক বিশ্লেষণে ব্যবহার করা হয়— বিশ্লেষণ করো। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ওজন পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ SO_4^{2-} আয়ন শনাক্তকরণের জন্য মূল দ্রবণে $Ba(NO_3)_2$ যোগ করা হয়। $Ba(NO_3)_2$ যৌগটি দ্রবণে যোগ করলে $BaSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$SO_4^{2-}(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \longrightarrow BaSO_4\downarrow + NO_3^{2-}$

(সাদা অধঃক্ষেপ)

এই সাদা অধঃক্ষেপই সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) শনাক্তকরণের নিশ্চিত পরীক্ষা।

গ প্রদত্ত A যন্ত্রটিকে ব্যবহার করে NaOH এর ডেসিমোলার দ্রবণ তৈরির প্রক্রিয়া নিম্নে আলোচনা করা হলো—

আমরা জানি,

ডেসিমোলার দ্রবনের ঘনমাত্রা, S = 0.1M

দেওয়া আছে, আয়তন, V = 100mL (A যন্ত্রে)
= 0.1L

এবং NaOH এর আণবিক ভর

M = (23 + 16 + 1) = 40

সুতরাং 100mL 0.1M দ্রবণ তৈরি করতে কতটুকু NaOH, এর প্রয়োজন সেটি বের করলেই ডেসিমোলার দ্রবণ তৈরি সম্ভব।

আমরা জানি,	যেখানে,
ঘনমাত্রা, $S = \frac{w}{MV(L)}$	M = 40g
	V = 100mL = 0.1L
$\therefore w = SMV$	S = 0.1M
$= 0.1 \times 0.1 \times 40$	w = ?
$= 0.4g$	

সুতরাং A যন্ত্রটিতে 0.4g NaOH নিয়ে পানি যোগ করে আয়তন 100mL করলে কাঙ্ক্ষিত দ্রবণ তৈরি হবে।

ঘ প্রদত্ত B, C এবং D যন্ত্রকে আয়তনমিতিক বিশ্লেষণে ব্যবহার করা হয়।

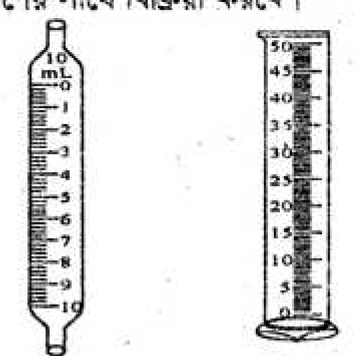
আয়তনমিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে কোনো অজানা দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করা হয়। পিপেট (B), ব্যুরেট (C) এবং কনিক্যাল ফ্লাস্ক (D) এই সব যন্ত্রসমূহের মাধ্যমে এই আয়তনমিতিক বিশ্লেষণ সম্পন্ন করা হয়।

B হচ্ছে পিপেট। পিপেট কাঁচের তৈরি, যা দ্বারা অতি সূক্ষ্ম ও নির্ভুলভাবে তরলের আয়তন মাপা ও স্থানান্তর করা যায়। সব ধরনের পিপেটে আয়তন পরিমাপক সংখ্যা লেখা থাকে, যা দিয়ে নির্দিষ্ট আয়তন পরিমাপ করা যায়।

C হচ্ছে ব্যুরেট। আয়তনমিতিক বিশ্লেষণে এর বিকল্প নেই বললেই চলে। ব্যুরেটে প্রমাণ দ্রবণ নেওয়া হয়। তারপর টাইট্রেশনে আস্তে করে ফোঁটায় ফোঁটায় তা দ্রবণে যোগ করা হয় এবং দ্রবণের সমাপ্তি বিন্দু নির্ণয় করা হয়।

এবং D হচ্ছে কনিক্যাল ফ্লাস্ক। এটিও কাঁচের তৈরি একটি যন্ত্র। ব্যুরেট হতে প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে টাইট্র্যান্ট এই কনিক্যাল ফ্লাস্কের মধ্যে রাখা দ্রবণের মধ্যে ফেলা হয় এবং কনিক্যাল ফ্লাস্ক ধীরে ধীরে নাড়াতে হয় বা ঘুরাতে হয়। এতে করে কনিক্যাল ফ্লাস্কের ভিতরের দ্রবণও বৃত্তাকারে ঘুরতে থাকবে এবং সহজেই ব্যুরেটের দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করবে।

প্রশ্ন ▶ ১২ উদ্দীপকটি লক্ষ্য করো—



চিত্র-১ চিত্র-২

[সি. বো. ২০১৫]

ক. প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ কী? ১

খ. নাইট্রোজেনের আয়নীকরণ বিভব অক্সিজেন অপেক্ষা বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপক চিত্র-১ এর যন্ত্র ধৌতকরণ কৌশল লেখো। ৩

ঘ. চিত্র-১ ও চিত্র-২ এর কোন যন্ত্রের সাহায্যে অধিক সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করা সম্ভব —কারণসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যেসব পদার্থ প্রকৃতিতে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় এবং ঐ পদার্থ বা তার দ্রবণ বায়ুর কোন উপাদান (জলীয় বাষ্প, O_2, CO_2) দ্বারা আক্রান্ত হয় না বলে দীর্ঘদিন যাবৎ দ্রবণের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে সেসব পদার্থকে প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে।

খ নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$N(7) = 1s^2\, 2s^2 2p_x^{\,1} 2p_y^{\,1} 2p_z^{\,1}$

$O(8) = 1s^2\, 2s^2\, 2p_x^{\,2} 2p_y^{\,1}\, 2p_z^{\,1}$

প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় নাইট্রোজেন পরমাণুর বহিঃস্তরে তিনটি অরবিটালে তিনটি ইলেকট্রন সুষমভাবে বিন্যস্ত। এই তিন অরবিটালে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব যেমন সমান তেমনি ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিকও একই। ফলে নাইট্রোজেন একটি সুস্থিত কাঠামো লাভ করে। কিন্তু অক্সিজেনের ক্ষেত্রে এ ধরনের সুস্থিত কাঠামো অর্জিত হয় না। ফলে নাইট্রোজেনের পরমাণু থেকে ইলেকট্রন সরানো কঠিন। তাই নাইট্রোজেনের আয়নীকরণ বিভব অক্সিজেন অপেক্ষা বেশি।

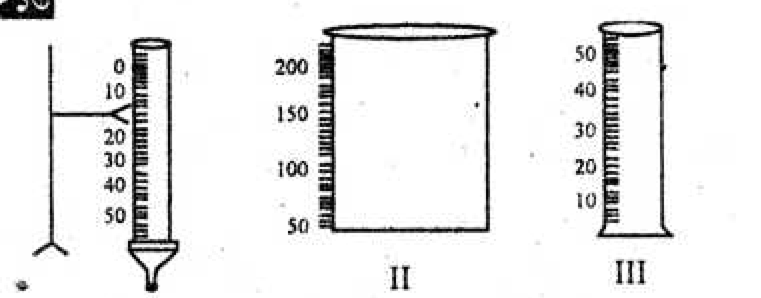
গ প্রদত্ত চিত্র-১ এর যন্ত্রটি একটি পিপেট। নিচে পিপেট ধৌতকরণের কৌশল বর্ণনা করা হলো—

যে আয়তনের দ্রবণ পরিমাপ করতে হবে সে আয়তনের একটি পরিষ্কার পিপেট বেছে নিয়ে প্রথমে সাধারণ পানি এবং সবশেষে পাতিত পানি দিয়ে ভালমত পরিষ্কার করে ধুয়ে নিতে হয়। পাতিত পানি দ্বারা পরিষ্কার করা পিপেটের ভিতরের দেওয়ালে কিছু পানি লেগে থাকে। যদিও এই পানি বিশুদ্ধ তথাপি পরিমাপের জন্য নেওয়া দ্রবণের সাথে এই পানি মিশ্রিত হয়ে দ্রবণের ঘনমাত্রার পরিবর্তন করে। এছাড়া কাজের পূর্বে বা পরে পিপেটকে ক্রোমিক এসিড দ্বারা ভালোভাবে রিনস করে নেয়া হয়। আবার পিপেট দ্বারা যে তরল পদার্থ স্থানান্তরিত করা হয় ঐ তরল পদার্থের সামান্য পরিমাণ দ্বারাও পিপেটকে পরীক্ষণের পূর্বে রিনস (Rinse) করে নিতে হয়। এভাবে সুনির্দিষ্ট নিয়ম বা পর্যায়গুলো অনুসরণ করে পিপেটকে ধৌত করে পরিষ্কার করা হয়।

ঘ এখানে চিত্র-১ হলো পিপেট এবং চিত্র-২ হলো মেজারিং সিলিন্ডার। মেজারিং সিলিন্ডারের আয়তন যত বেশি হয় সিলিন্ডারের আকৃতি তত মোটা হয় এবং পরিমাপের সূক্ষ্মতা তত কমে যায়। অর্থাৎ যে সকল ক্ষেত্রে সূক্ষ্ম ও নির্ভুল আয়তন পরিমাপের প্রয়োজন হয় না, মোটামুটি একটি নির্দিষ্ট আয়তনের কাছাকাছি পরিমাপ করা গেলেই চলে সে সকল ক্ষেত্রে মেজারিং সিলিন্ডার ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত আঙ্গিক বিশ্লেষণে, রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাহায্যে কোন যৌগ প্রস্তুতকালীন সময়ে এবং মাত্রিক বিশ্লেষণের যে সকল ক্ষেত্রে নিখুঁত আয়তন পরিমাপের প্রয়োজন হয় না এবং দ্রবণ দ্রুত নিতে হয়, সে সকল ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। অন্যদিকে পিপেটে অত্যন্ত নিখুঁত পরিমাপ পাওয়া যায়। পিপেটের উপরের দিকের তল যত সরু হয় পরিমাপের সূক্ষ্মতা তত বৃদ্ধি পায়।

তাই উপরোক্ত মেজারিং সিলিন্ডার এবং পিপেটের ব্যবহারিক ক্ষেত্রের তুলনামূলক আলোচনা থেকে বলা যায় অপেক্ষাকৃত নিখুঁত এবং সূক্ষ্ম পরিমাপে মেজারিং সিলিন্ডারের চেয়ে পিপেট অধিক উপযোগী।

প্রশ্ন ▶ ১৩



I II III

[ঢা. বো. ২০১৭]

ক. ইলেকট্রনের উপশক্তি স্তর কী? ১

খ. সন্নিবেশ সংখ্যা কাকে বলে ব্যাখ্যা করো। ২

গ. I নং যন্ত্রকে পরিষ্কার করার কৌশল লেখো। ৩

ঘ. গবেষণাগারে II ও III নং যন্ত্র ব্যবহারের তুলনামূলক আলোচনা করো। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের বাইরে কিন্তু এর শক্তি ক্ষেত্রের মধ্যে অবস্থিত এমন একটি ত্রিমাত্রিক অঞ্চল যেখানে ইলেকট্রন পাবার সম্ভাবনা সর্বাধিক সেই অঞ্চলকে ইলেকট্রনের উপশক্তিস্তর বলে।

খ সন্নিবেশ যৌগ গঠনকালে কেন্দ্রীয় পরমাণু যতগুলো লিগ্যান্ডের সাথে যুক্ত থাকে সেই সংখ্যাই হলো উক্ত যৌগের সন্নিবেশ সংখ্যা।
যেমন– $[Cr(NH_3)_2Cl_2Br_2]^-$ একটি সন্নিবেশ যৌগ যার কেন্দ্রীয় পরমাণু হলো Cr^{+3} এবং এটি দুটি NH_3, দুটি Cl^- এবং দুটি Br^- এর সাথে যুক্ত আছে বিধায় এর সন্নিবেশ সংখ্যা হলো $(2 + 2 + 2)$ বা 6।

গ প্রদত্ত I নং যন্ত্রটি হলো ব্যুরেট। নিচে ব্যুরেট পরিষ্কারকরণ কৌশল বর্ণনা করা হলো–
প্রতিবার ব্যবহারের পর ব্যুরেটকে পানি দ্বারা ধুয়ে নিতে হবে। তবে ব্যুরেট পরিষ্কার করার সর্বোত্তম পন্থা হলো ক্লিঞ্জিং মিকস্চার বা ক্রোমিক এসিড ($K_2Cr_2O_7$ ও গাঢ় H_2SO_4 এর মিশ্রণ) দ্বারা ধৌত করা। ক্রোমিক এসিড দ্বারা ধৌতকরণের পর ব্যুরেটটিকে আবার পানি দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে। ধোয়ার পর দেখতে হবে স্টপকর্ক ঠিক মতো ঘুরে কিনা বা এর পাশ দিয়ে লিক করে কিনা।
যদি স্টপকক ঠিকমতো কাজ না করে, তবে এর উভয় পাশে সামান্য গ্রীজ লাগিয়ে নেয়া হয়। এক্ষেত্রে কোন ক্রমেই অধিক গ্রীজ ব্যবহার করা যাবে না। কারণ স্টপ ককের ছিদ্রের ভিতর গ্রীজ ঢুকলে পরে দেখা যাবে যে ছিদ্র বন্ধ হয়ে যায় এবং তখন আবার এই গ্রীজ সরু তারের সাহায্যে বের করে নিতে হবে।

ঘ প্রদত্ত II নং যন্ত্রটি হলো বিকার এবং III নং যন্ত্রটি হলো মেজারিং সিলিন্ডার। নিচে গবেষণাগারে এদের তুলনামূলক ব্যবহার আলোচনা করা হলো।

১. অধিক পরিমাণ রাসায়নিক দ্রব্য (কঠিন, তরল) পরিমাপের জন্য বিকার ব্যবহার করা হয়। অন্যদিকে তরলের সূক্ষ্ম আয়তন পরিমাপের জন্য মেজারিং সিলিন্ডার ব্যবহার করা হয়।
২. অনেক ক্ষেত্রে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটানোর জন্য দ্রবকে তাপ দিতে হয়। এক্ষেত্রে দ্রবকে বিকারে নিয়ে তাপ প্রদান করা হয়। মেজারিং সিলিন্ডারের দিয়ে এরূপ তাপ প্রদান সম্ভব নয়।
৩. অধিক পরিমাণ তরল পদার্থ স্থানান্তরের জন্য বিকার ব্যবহার করা হলেও মেজারিং সিলিন্ডার স্বল্প পরিমান তরলের সূক্ষ্ম পরিমাপের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।
৪. অতি সূক্ষ্ম পরিমাপ যেমন 10 mL বা 20 mL পরিমাপের ক্ষেত্রে মেজারিং সিলিন্ডার অধিক উপযোগী হলেও বিকার ব্যবহার করা হয় না।

সুতরাং বলা যায় যে দুইটি যন্ত্রই পরিমাপক হিসেবে ব্যবহার করা যায় কিন্তু তারপরও এদের ব্যবহার বিধিতে সুনির্দিষ্ট পার্থক্য রয়েছে। বিকার মূলত পরীক্ষণের বিক্রিয়া সংগঠনে ব্যবহৃত হয় কিন্তু মেজারিং সিলিন্ডার নির্দিষ্ট আয়তনের তরল পরিমাপ করে বিকারে বা অন্য কোনো পাত্রে স্থানান্তরিত করতে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৪

Hg^{2+}, H_2O_2, 

[য. বো. ২০১৭]

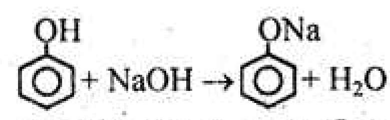
ক. $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$ যৌগটির IUPAC নাম লেখো। ১
খ. অনুপ্রভা কীভাবে সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. রাসায়নিক পদার্থগুলিকে ল্যাবরেটরী হতে ড্রেনেজের পূর্বে কি পদক্ষেপ নেওয়া উচিত–বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. পদার্থগুলি মানব স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর যে সব ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে তা ব্যাখ্যা করো। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$ যৌগটির IUPAC নাম হলো– টেট্রাঅ্যামিনডাই ক্লোরো কোবাল্ট (III) আয়ন।

খ অনুপ্রভা সৃষ্টিকারী পদার্থসমূহ আলোক শক্তি ফোটন শোষণ করে উচ্চতর শক্তিস্তরে উপনীত হয়ে কম্পমান থাকে। এরপর তা ইন্টার-সিস্টেম ক্রসিং এর মাধ্যমে ভিন্ন স্পিন অবস্থায় পৌছায়।
ফলে কম্পমান অবস্থার পরিসমাপ্তি ঘটে। এই অবস্থা থেকে ভূমি স্তরে ফিরে আসার সময় উদ্দীপিত পদার্থসমূহ নির্দিষ্ট বর্ণের আলো নিঃসরণ করে বলে অনুপ্রভার সৃষ্টি হয়।

গ যেকোনো রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহারের পর ড্রেনে ফেলার পূর্বে তাদের উপযুক্ত প্রক্রিয়ায় প্রশমিত করে ফেলা উচিত। কিন্তু এই প্রশমন প্রক্রিয়াটি হুডের মধ্যে সম্পন্ন করতে হবে। এসিড প্রশমিত করার জন্য ক্ষার এবং ক্ষারকে প্রশমিত করার জন্য এসিড ব্যবহার করতে হবে।
উদ্দীপকের রাসায়নিক দ্রব্যগুলোর মধ্যে ফেনল একটি দুর্বল অম্ল। তাই একে প্রশমিত করার জন্য NaOH ব্যবহার করা যেতে পারে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি হলো-



অপরদিকে, H_2O_2 ড্রেনে নিষ্কাশনের পূর্বে এসিড দ্বারা প্রশমিত করে অথবা ক্ষার বা প্রভাবকের উপস্থিতিতে নিম্নরূপে বিয়োজিত করতে হবে।

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

Hg^{+2} অত্যন্ত বিষাক্ত। একে Hg ধাতুতে পরিণত করা হলে তা কম বিষাক্ত এবং উদ্বায়ী হয়।

$$Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Hg(s)$$

ঘ **প্রদত্ত পদার্থগুলি মানব স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর যে ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে তা আলোচনা করা হলো :**

i. **Hg^{2+}**
মানব স্বাস্থ্যে ক্ষতিকর প্রভাব: Hg^{2+} মানব দেহের প্রোটিন তৈরিতে বাধা সৃষ্টি করে। এর ফলে প্রোটিন-Hg জটিল অবস্থার সৃষ্টি করে যা মারাত্মক স্বাস্থ্য ঝুঁকির সৃষ্টি করে।
পরিবেশের উপর ক্ষতিকর প্রভাব: Hg^{2+} সিংকের মাধ্যমে আশপাশের পানিতে মিশে যায়। এগুলো মাটি ও পানিকে চরমভাবে দূষিত করে এবং মাটির pH হ্রাস বা বৃদ্ধি করে।

ii. **H_2O_2**
মানব স্বাস্থ্যে ক্ষতিকর প্রভাব: এটির ক্ষয়কারী বাষ্পে চোখ জ্বালাপোড়া করে এবং ত্বকের সংস্পর্শে ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি হয়।
পরিবেশের উপর ক্ষতিকর প্রভাব: H_2O_2 মাটির অণুজীব ধ্বংস করে এবং পানি দূষণ করে ফলে DO মান হ্রাস পেয়ে জলজ প্রাণীর মৃত্যু ঘটে।

iii. 

মানব স্বাস্থ্যে ক্ষতিকর প্রভাব: ফেনলের সংস্পর্শে চোখ ও ত্বকের মারাত্মক ক্ষতিসাধিত হয়। এছাড়াও ফেনলের কারণে মরণঘাতী ক্যান্সার পর্যন্ত হতে পারে।

পরিবেশের উপর ক্ষতিকর প্রভাব: ফেনলের উপস্থিতিতে মাটি ও পানির pH মান হ্রাস পায় ফলে জলজ প্রাণীকূল এবং উদ্ভিদসমূহের সাধারণ বৃদ্ধি ব্যহত হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৫


A


B

[য. বো. ২০১৬]

ক. বায়ু শূন্যকরণ কী? ১
খ. তাপমাত্রার বাড়ালে বিক্রিয়ার গতি বাড়ে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. B চিহ্নিত চিত্রের উপাদানসমূহের দূষণ মাত্রা কমিয়ে কীভাবে পরিবেশে পরিত্যাগ করা যায়? বর্ণনা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের A ও B শ্রেণির দূষকের মধ্যে কোন শ্রেণির যৌগসমূহ মাটি দূষণে অধিকতর ভূমিকা রাখে? বিশ্লেষণ করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাত্র থেকে বায়ু বের করে নিয়ে আসার ব্যবস্থাকে বায়ু শূন্যকরণ বলে।

খ বিক্রিয়ার গতির উপর তাপমাত্রার যথেষ্ট প্রভাব রয়েছে। বিজ্ঞানী আরহেনিয়াসের পরীক্ষা থেকে দেখা যায় যে, প্রতি 10°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য প্রায় সব বিক্রিয়ার হার দ্বিগুণ বা তিনগুণ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ হলো–

i. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকৃত অণু বা আয়নগুলোর গতিবেগ বৃদ্ধি পায়।
ii. অণুগুলোর মধ্যে সংঘর্ষের হার বৃদ্ধি পায়।
iii. অধিকতর সংখ্যক অণু বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সক্রিয়ন শক্তি লাভ করে থাকে।

গ এখানে Bনং চিত্র দুটি হলো যথাক্রমে স্বাস্থ্যঝুঁকি ও পরিবেশ ঝুঁকি। স্বাস্থ্য ঝুঁকি ও পরিবেশ ঝুঁকি এর উপাদানসমূহের দূষণমাত্রা কমিয়ে পরিবেশে পরিত্যাগের উপায়গুলো নিচে বর্ণনা করা হলো–

i. ব্যবহৃত ও উৎপন্ন এসিডকে প্রশমিত করে নিতে হবে। এ উদ্দেশ্যে Na_2CO_3 এর দ্রবণকে ব্যবহার করা হয়।
ii. অব্যবহৃত, উৎপাদ হিসেবে উৎপন্ন বা উপজাত হিসেবে উৎপন্ন বিষাক্ত, ক্ষতিকারক, স্বাস্থ্যঝুঁকি ও পরিবেশ ঝুঁকি এসব উপাদানকে পলিথিনে ভরে মাটির নিচে গর্ত করে মাটি চাপা দিতে হবে।
iii. ল্যাবরেটরিতে, সাধারণভাবে অব্যবহৃত ও উৎপন্ন নিরাপদ ও অপেক্ষাকৃত কম ঝুঁকিপূর্ণ রাসায়নিক উপাদানগুলোকে পর্যাপ্ত পানির প্রবাহের মাধ্যমে ধুয়ে দিতে হবে। মনে রাখতে হবে দ্রবণ যত লঘু হয় তার ক্ষতির মাত্রা তত কমে যাবে।
iv. অব্যবহৃত Na ধাতুকে নষ্ট করতে হলে অ্যালকোহল বিশেষ করে মিথানল, ইথানল, প্রোপানলকে ব্যবহার করা হয়।
v. অব্যবহৃত $LiAlH_4$ কে পরিবেশে সরাসরি না ফেলে Na_2SO_4 দ্রবণ বা $MgSO_4$ দ্রবণ দ্বারা পরিশোধন করে নিতে হবে।
vi. ল্যাবরেটরিতে কাজের সময় উৎপন্ন উগ্র, কটু গন্ধযুক্ত, সংবেদনশীল ও বিষাক্ত রাসায়নিক উপাদানকে উন্মুক্ত পাত্রে না রেখে সুনির্দিষ্ট ঢাকনা যুক্ত কন্টেইনারে রাখতে হবে। বর্জ্য নিষ্কাশন ব্যবস্থাপনার নীতি অনুসরণ করে যথাসম্ভব দ্রুত বর্জ্য অপসারণের ব্যবস্থা করতে হবে।

ঘ প্রদত্ত A ও B চিহ্নিত চিত্রের দুটি হলো ধাতু ও স্বাস্থ্য ঝুঁকি এবং ক্ষয়কারক। চিত্রের A ও B চিহ্নিত শ্রেণির দূষকের মধ্যে A শ্রেণির যৌগসমূহ মাটির অধিকতর দূষণ ঘটায়।

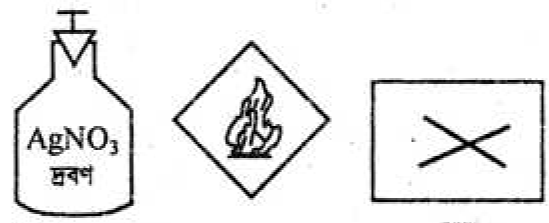
ল্যাবরেটরি বা শিল্প কারখানায় উৎপাদিত গাঢ় এসিড ড্রেনের মাধ্যমে আশেপাশের পানিতে মিশে বিভিন্ন জলাশয় ও মাটিতে প্রবেশ করে। এতে মাটি ও পানির pH মারাত্মকভাবে কমে যায়। ফলে মাটির উর্বরতা শক্তি হ্রাস পায় ও মাটিতে বসবাসরত অণুজীবগুলো মরে যায় এবং মাটিতে জন্মানো উদ্ভিদকুল ব্যাপকভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

ল্যাবরেটরি কিংবা শিল্পকারখানাগুলোতে ব্যবহৃত বিভিন্ন রাসায়নিক উপাদান ও উৎপন্ন রাসায়নিক উপাদান বর্জ্যের প্রায় সবগুলোই কোনো না কোনোভাবে প্রকৃতিতে এসে মিশে যায় তথা মাটিতে প্রবেশ করে। যেমন- Hg, Pb, Cu, Cd, Co প্রভৃতি বিষাক্ত ভারী ধাতুসমূহ অতিমাত্রায় ব্যবহারের ফলে মাটিতে মিশে মাটিকে চরমভাবে দূষিত করে এবং মাটির pH মানের তারতম্য ঘটায়। খাদ্য শিকলে এ বিষাক্ত ভারী ধাতুগুলো ক্যাটায়ন হিসেবে প্রবেশ করে এবং পরবর্তীতে এরা প্রাণিদেহে গৃহীত হলে প্রাণিদেহের এনজাইমকে নষ্ট করে দেয়।

অপরদিকে B শ্রেণির দূষকসমূহ বায়ুদূষণ ও স্বাস্থ্যগত কিছু সমস্যা সৃষ্টিতে অবদান রাখে কিন্তু মাটিতে তদ্রুপ ক্ষতি করে না।

তাই উপরের আলোচনা থেকে এ কথা স্পষ্ট যে যেহেতু A চিহ্নিত দূষকসমূহ মাটি দূষণে খুবই কার্যকর সেহেতু এরা মূলত ধাতু ও ক্ষয়কারী যৌগ। অপরদিকে B যৌগও পরিবেশ ও স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকারক কিন্তু মাটি দূষণে A এর তুলনায় কম সক্রিয়। তাই বলা যায় A শ্রেণির যৌগসমূহ মাটিকে বেশি দূষণ করে।

প্রশ্ন ▶ ১৬



বিকারক বোতল I   II   III

[ব. বো. ২০১৭]

ক. ভরক্রিয়া সূত্রটি লেখো। ১
খ. পোলার যৌগ কীভাবে সৃষ্টি হয়? উদাহরণসহ লেখো। ২
গ. উদ্দীপকের (I) নং চিত্রের বিকারকটিকে কীভাবে ভেজালমুক্ত রাখা যায় বর্ণনা করো। ৩
ঘ. (II) ও (III) নং প্রতীকে নির্দেশিত রাসায়নিক দ্রব্যগুলোর ব্যবহার পরবর্তী নিরাপদ পরিত্যাগকরণে বিশেষ পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হবে– যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ সমযোজী যৌগসমূহ সাধারণত অধাতব পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে গঠিত হয়। সমযোজী যৌগে বন্ধনে আবদ্ধ পরমাণুসমূহের মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে, আংশিক ধনাত্মক ও আংশিক ঋণাত্মক প্রান্তের সৃষ্টি হয়। সমযোজী যৌগে এই পোল সৃষ্টি হওয়াই পোলারিটি এবং এখানে সৃষ্ট ডাইপোলবিশিষ্ট যৌগ হলো পোলার যৌগ।

উদাহরণ: $H^{\delta+}-Cl^{\delta-}$

গ প্রদত্ত (I) নং চিত্রের বিকারকটি হলো $AgNO_3$। $AgNO_3$ ভেজালমুক্ত রাখার উপায়গুলো হলো–

i. ল্যাবরেটরিতে শেলফে রিঅ্যাজেন্ট বোতলগুলোকে ল্যাবেল লাগিয়ে alphabetically (রাসায়নিক দ্রব্যের নামের ইংরেজি আদ্যক্ষর) সাজিয়ে রাখতে হবে।
ii. বার্নার বা ব্যালেন্স থেকে দূরে ল্যাবরেটরির কোনায় সুবিধাজনক স্থানে শেলফ্ স্থাপন করতে হবে।
iii. হ্যান্ড গ্লাভস ও চশমা পরে রিঅ্যাজেন্ট বোতলের $AgNO_3$ ব্যবহার করতে হবে।
iv. রিঅ্যাজেন্ট বোতলের মুখ খুলে ঘ্রাণ নেয়া যাবে না। প্রয়োজনে মুখোশ (mask) পরতে হবে।
v. রিঅ্যাজেন্ট বোতলটিকে পানি বা আগুন থেকে দূরে রাখা বাঞ্ছনীয়।

উপরোক্ত নিয়মগুলো অনুসরণ করলে রাসায়নিক বিকারকের ক্ষতিকর প্রভাব হতে যেমন নিরাপদ থাকা যাবে তেমনি বিকারকগুলোকেও ভেজালমুক্ত এবং সুশৃঙ্খলভাবে ল্যাবরেটরীতে স্থান দেওয়া যাবে।

ঘ প্রদত্ত (II) ও (III) নং প্রতীকে নির্দেশিত রাসায়নিক দ্রব্যগুলো হলো যথাক্রমে দাহ্য পদার্থ এবং উত্তেজক পদার্থ। এই পদার্থগুলো ব্যবহার পরবর্তী নিরাপদে পরিত্যাগ করতে বিশেষ পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হবে। কারণ, দাহ্য পদার্থে সহজেই আগুন ধরতে পারে। দাহ্য পদার্থে রয়েছে ইথানল, ব্রোমিন, ইথার, Zn পাউডার, অ্যারোসোল, পেট্রোলিয়াম। এই পদার্থসমূহ আগুনের সংস্পর্শে ব্যাপক অগ্নিকাণ্ড ঘটাতে পারে। তাই দুর্ঘটনা এড়াতে দাহ্য পদার্থ ব্যবহার পরবর্তী নিরাপদ পরিত্যাগকরণে বিশেষ পদক্ষেপ নিতে হবে। যেন তা অগ্নিকাণ্ডের মত দুর্ঘটনা না ঘটায়।
আবার, উত্তেজক পদার্থ যেমন, লঘু এসিড ও ক্ষার দ্রবণ, বিরঞ্জক পদার্থ, সোপ পাউডার, সিমেন্ট গুড়া ইত্যাদি ত্বক, চোখ ও শ্বাসতন্ত্রে প্রদাহ সৃষ্টি করে। এই সব পদার্থগুলো ব্যবহারের পর সেখানে ফেলে রাখলে তা মানব স্বাস্থ্যের প্রতি হুমকি সৃষ্টি করে। তাই ব্যবহারের পর উত্তেজক পদার্থসমূহকে নিরাপদ জায়গায় পরিত্যাগ করতে হবে এবং হাতে গ্লাভস, চোখে নিরাপদ চশমা, নাকে মুখে মাস্ক পরে কাজ করতে হবে।

প্রশ্ন ▶ ১৭ দ্বাদশ শ্রেণির শিক্ষার্থী অরলন রসায়ন ল্যাবে অম্ল-ক্ষারক টাইট্রেশন করার সময় পাত্রে সংরক্ষিত লঘু H_2SO_4 দ্রবণটি শেষ হয়ে যায়। কিন্তু সে তার শিক্ষককে বিষয়টি না জানিয়েই টেবিলে রক্ষিত গাঢ় H_2SO_4 থেকে প্রয়োজনীয় পরিমাণ একটি বিকারে ঢেলে নিয়ে তাতে পানি যোগ করে লঘু করার চেষ্টা করে। কিন্তু এতে তৎক্ষণাৎ এসিড দ্রবণটি বাষ্প হয়ে তার শরীরের বিভিন্ন অংশে লেগে যায়। *[ব. বো. ২০১৬]*

ক. কোয়ান্টাম সংখ্যা কী? ১
খ. ফ্লোরিন সবচেয়ে তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল কেন? ২
গ. প্রাথমিক চিকিৎসা হিসাবে অরলনেরকে কি ব্যবস্থা নেয়া উচিৎ বলে তুমি মনে করো। ৩
ঘ. "ল্যাবরেটরির ব্যবহারবিধি সংক্রান্ত অজ্ঞতা ও অসতর্কতাই অরলনের এ অবস্থার জন্য দায়ী"— উক্তিটির যৌক্তিকতা মূল্যায়ন করো। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস, ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশকারী চারটি রাশিকে একত্রে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

খ তড়িৎ ঋণাত্মকতা একটি পর্যায়বৃত্তিক ধর্ম। একই পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বৃদ্ধি পায়। তাই প্রত্যেক পর্যায়ের গ্রুপ 1 এর মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা সবচেয়ে কম এবং গ্রুপ 17 এর মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি। আবার একই গ্রুপে যত নিচের দিকে যাওয়া যায় ততই মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা হ্রাস পায়। তাই পর্যায় সারণির সর্ববামে এবং গ্রুপে সবার উপরে অবস্থিত হওয়ায় 17 নং গ্রুপের ১ম মৌল ফ্লোরিন অন্যান্য সকল মৌল অপেক্ষা সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল।

গ রসায়ন ল্যাবে বিভিন্ন পরীক্ষা নিরীক্ষা করার সময় রাসায়নিক যৌগ সমূহ বা পদার্থের মধ্যে বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। বিভিন্ন পরীক্ষণে যথেষ্ট সতর্কতা অবলম্বন করা দরকার। কারণ এসব ক্ষেত্রে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়া আমাদের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর।
উদ্দীপকে অরলন রসায়ন ল্যাবে গাঢ় H_2SO_4 কে লঘু করার জন্য এর দ্রবণে পানি ঢালে। কিন্তু দ্রবণটি তৎক্ষণাত বাষ্প করে এবং তার শরীরে লেগে যায়। যেহেতু দ্রবণটি এসিড দ্রবণ তাই তার শরীরে ক্ষত হতে পারে। এজন্য প্রাথমিক চিকিৎসা হিসেবে অরলনকে রাসায়নিক দ্রব্যাদি থেকে সরিয়ে কোনো পরিচ্ছন্ন জায়গায় নিয়ে আসতে হবে এবং সাথে সাথে ক্ষত স্থানে প্রচুর পানি দিতে হবে। এছাড়াও H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা যদি বেশি হয় তবে মৃদু এসিড হিসেবে 5% $NaHCO_3$ এবং 5% সাবান দ্রবণ দিয়ে ক্ষতস্থান বারবার ধুয়ে দিতে হবে। সর্বশেষে দেরি না করে যত দ্রুত সম্ভব ডাক্তারের শরণাপন্ন হতে হবে।

ঘ চিকিৎসা বিজ্ঞানে একটি বহুল বাক্য ব্যবহৃত হয় "Prevention is better than cure" অর্থাৎ কোনো রোগ চিকিৎসা করে ভালো করার চেয়ে প্রতিরোধ শ্রেয়। সুতরাং ল্যাবে প্রচলিত সকল নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা নিয়ে কাজ করলে কোনো দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা থাকে না। ল্যাবে প্রচলিত নিরাপত্তার মধ্যে পড়ে প্রয়োজনীয় পোশাক, গগলস, হ্যান্ড গ্লাভস এছাড়া কোনো দ্রব্যাদি কি পরিমাণে ব্যবহার করতে হবে, কোন দ্রবণ বিষাক্ত, কিভাবে দ্রবণ লঘু করতে হবে ইত্যাদি। উদ্দীপকে অরলন গাঢ় H_2SO_4 দ্রবণ লঘু করার প্রকৃত প্রক্রিয়া অবলম্বন করে নি। কেননা এক্ষেত্রে পানিতে গাঢ় H_2SO_4 ফোঁটায় ফোঁটায় ঢালতে হবে যা অরলন অনুসরণ করে নি। তাই সে দুর্ঘটনার সম্মুখীন হয়। এছাড়াও সে নিরাপদ পোশাক পরিধান করেও দুর্ঘটনায় দেহের যে ক্ষত হয় তা থেকে রক্ষা পেতে পারতো।
যথাযথ পূর্ব সতর্কতা, কিছু প্রয়োজনীয় নির্দেশনা এবং নির্ধারিত পরীক্ষণ সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান যথাসম্ভব অনাকাঙ্ক্ষিত দুর্ঘটনা এড়াতে পারে। তাই পর্যালোচনা থেকে বলা যায় যে, ল্যাবরেটরির ব্যবহার বিধি সংক্রান্ত অজ্ঞতা ও অসতর্কতাই অরলনের এ অবস্থার জন্য দায়ী।

প্রশ্ন ▶ ১৮ দ্বাদশ শ্রেণির একজন ছাত্র আয়তনিক বিশ্লেষণের একটি পরীক্ষা সম্পন্ন করার জন্য পরীক্ষাগারে প্রবেশ করল এবং তার টেবিলে ব্যুরেট, সিলিন্ডার, গ্লাস, রড, ট্রে, পিপেট, বার্নার, টেস্টটিউব, কনিক্যাল ফ্লাস্ক এর উপস্থিতি লক্ষ্য করল। কিন্তু টেস্ট টিউব উত্তপ্ত করতে গিয়ে সে দুর্ঘটনার শিকার হল। *[ব. বো. ২০১৬]*

ক. বিক্রিয়ার হার বলতে কী বুঝ? ১
খ. ভ্যানিশিং ক্রিম এর উপাদানগুলোর নাম শতকরা সংযুক্তিসহ লেখো। ২
গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত যন্ত্রপাতি হতে তিনটি গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্র যাচাই কর, যা দিয়ে আয়তনিক বিশ্লেষণ করা যায় এবং তাদের ব্যবহার কৌশল লেখো। ৩
ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত দুর্ঘটনার হতে রক্ষা এবং দুর্ঘটনা পরবর্তী কী সতর্কতা অবলম্বন করা উচিত বলে তুমি মনে করো? ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতি একক সময়ে কোন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা হ্রাস অথবা উৎপাদের ঘনমাত্রা বৃদ্ধির পরিমাণকে ঐ বিক্রিয়ার বিক্রিয়া হার বলে।

খ ভ্যানিশিং ক্রিম নিম্নলিখিত উপাদানের সমন্বয়ে তৈরি করা হয়—

উপকরণের নাম	শতকরা পরিমাণ (%)
স্টিয়ারিক এসিড	১৭%
সোডিয়াম কার্বোনেট	০.৫%
পটাশিয়াম হাইড্রোক্সাইড	০.৫%
গ্লিসারিন	৬%
পানি	৭১%
অ্যালকোহল	৪.৫%
সুগন্ধি	০.৫%

গ উদ্দীপকে উল্লিখিত যন্ত্রপাতিগুলোর মধ্যে ব্যুরেট, পিপেট ও কনিক্যাল ফ্লাস্ক দিয়ে আয়তনিক বিশ্লেষণ করা যায়।
কনিক্যাল ফ্লাস্ক ব্যবহারের কৌশল: আয়তনমাত্রিক বিশ্লেষণের সময় পিপেট দ্বারা মেপে নির্দিষ্ট আয়তনের ট্রাইট্রেন্ট কনিক্যাল ফ্লাস্কে নেয়া হয়। ব্যুরেট হতে টাইটার যোগ করে এক বা দুই ফোঁটা উপযুক্ত নির্দেশকের উপস্থিতিতে টাইট্রেশন ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। ডান হাতে কনিক্যাল ফ্লাস্কের উপরিভাগ ধরে ব্যুরেটের ছিপিকে বাম হাতের আঙুল দ্বারা নিয়ন্ত্রণ করে প্রয়োজন অনুযায়ী টাইটারকে ফ্লাস্কে যোগ করা হয়। ডান হাতের আঙুল দ্বারা ফ্লাস্ককে এমনভাবে ঝাঁকানো হয় যেন ভিতরের সমস্ত তরল সুষমভাবে আলোড়িত হয়।

ব্যুরেট ব্যবহারের কৌশল: পরিষ্কার ব্যুরেটে যে ধরনের দ্রবণ নিয়ে পরীক্ষা করা হবে সে দ্রবণ থেকে প্রায় 5 – 10 mL দ্রবণকে ব্যুরেটের অভ্যন্তরে নিয়ে ব্যুরেটকে রিনস বা পরিষ্কার করে নিতে হয়। অতঃপর ব্যুরেটের স্টপকর্ক খুলে দ্রবণকে অপসারণ করা হয়। পরবর্তীতে ব্যুরেটের স্টপকর্ক বন্ধ করে এর মুখে একটি ছোট ফানেলের সাহায্যে পরীক্ষাধীন দ্রবণকে যোগ করে ব্যুরেটের শূন্য '0' দাগের উপর পর্যন্ত নেয়া হয়। ব্যুরেটকে যথারীতি নিয়মে ক্লাম্পের সাথে এটে স্ট্যান্ডের সাথে খাড়াভাবে যুক্ত করা হয়। ব্যুরেটের নিচে একটি খালি বীকার রেখে ব্যুরেট হতে দ্রবণকে বীকারের মধ্যে স্টপকর্কের সাহায্যে এমনভাবে নেয়া হয় যেন ব্যুরেটের মধ্যে দ্রবণের উপরিতল শূন্য '0' দাগকে স্পর্শ করে। এবার কর্ক ঘুরিয়ে প্রয়োজনীয় দ্রবণকে ব্যুরেট হতে ধীরে ধীরে কনিক্যাল ফ্লাস্কে যোগ করে কনিক্যাল ফ্লাস্কের দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করা হয়।

পিপেট ব্যবহারের কৌশল: পিপেট দ্বারা যে দ্রবণ স্থানান্তরিত করতে হবে ঐ দ্রবণ দ্বারা পিপেটটি ধৌত করে নেয়া হয়। এবার পিপেটের সরু মুখ দ্রবণে ডুবিয়ে অপর প্রান্তে মুখ দিয়ে শুষিয়ে বা পিপেট ফিলারের ভিতরের বাতাস টেনে নিয়ে দ্রবণকে পিপেটের অভ্যন্তরে নেয়া হয়। এভাবে দ্রবণ পিপেটের উপরের নির্দেশক দাগ অতিক্রম করার পর মুখ থেকে নল বের করে শুষ্ক তর্জনী দ্বারা বন্ধ করা হয়। এবার পিপেটটি শক্তভাবে ধরে আঙ্গুলের চাপ সাবধানে আস্তে আস্তে কমানো হয়। ফলে অতিরিক্ত দ্রবণ পিপেট হতে ফোঁটায় ফোঁটায় সরু মুখ দিয়ে বেরিয়ে আসে। এভাবে পিপেটে তরলের বাঁকা তলের তলদেশ নির্দেশক দাগ স্পর্শ করা মাত্রই আঙ্গুলের চাপ বৃদ্ধি করে দ্রবণ পড়া বন্ধ করে দেয়া হয়।

ঘ টেস্টটিউব উত্তপ্ত করার সময় দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পাওয়ার জন্য বা দুর্ঘটনা এড়ানোর জন্য বেশ কিছু সতর্কতা অবলম্বন করতে হয় নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো–

টেস্টটিউবের মধ্যে প্রয়োজনীয় কঠিন উপাদান বা দ্রবণকে নিয়ে ধীরে ধীরে টেস্টটিউব উত্তপ্ত করা হয়, যাতে সুষমভাবে তাপ টেস্টটিউবে সঞ্চালিত হয়। টেস্টটিউবকে সবসময় জারণ শিখার অগ্রভাগে রেখে ধীরে ধীরে উত্তপ্ত করতে হয় এবং কখনোই বিরামহীনভাবে তাপ দেওয়া যাবে না। টেস্টটিউবের পরীক্ষাধীন নমুনাকে পর্যায়ক্রমে উত্তপ্ত করতে হবে। উত্তপ্ত করার সময় টেস্টটিউবকে হোল্ডার দ্বারা ধরে আনুভূমিক অবস্থা হতে খাড়া করে 45° কোণে উত্তর করতে হবে। এসময় খেয়াল রাখতে হবে যাতে টেস্টটিউব হতে কোনো উপাদান বেশি তাপের ফলে ছিটকে বাইরে না পড়ে।

বেশি তাপ প্রয়োগের ফলে টেস্টটিউব হতে তরল নমুনা ছিটকে ত্বক বা চোখে প্রবেশ করলে তৎক্ষণাৎ ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে। ত্বক বা চোখে এসিড বা ক্ষার লাগলে প্রথমেই শীতল পানি দিয়ে ক্ষতস্থান দীর্ঘসময় ধরে ধুতে হবে। ত্বক বা চোখে এসিড লাগলে ক্ষতস্থান 5% Na_2CO_3 দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে এবং ক্ষার লাগলে ক্ষতস্থানে 5% CH_3COOH দিয়ে ধুয়ে নিতে হবে। ক্ষত বেশি হলে ডাক্তারের পরামর্শ অনুযায়ী পরবর্তী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে।

প্রশ্ন ▶ ১৯



চিত্র-A চিত্র-B চিত্র-C

[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. মিনিসকাস কী? ১

খ. পরীক্ষাগারে "ওয়াটার বাথ" ব্যবহৃত হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের আলোকে দ্রব্যের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপরিল্লিখিত যন্ত্রপাতি পরীক্ষাগারে ব্যবহার করা প্রয়োজন, "তোমার যুক্তি দাও। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

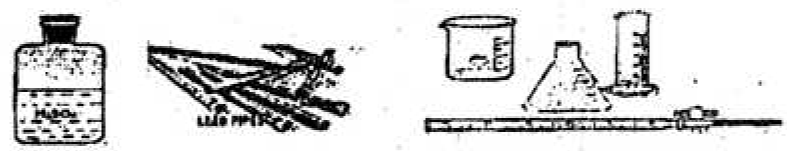
ক পরিমাণগত রসায়নে আয়তনমিতিক ফ্লাস্ক ও সিলিন্ডার দিয়ে পরিমাপের সময় তরলে সর্বনিম্ন বক্রতলকে বিবেচনা করা হয়। এই বক্রতলকে মিনিসকাস বলে।

খ বিভিন্ন পরীক্ষা করার সময় ল্যাবরেটরিতে প্রয়োজনে তরল উপাদান অথবা বিক্রিয়ককে তাপ দিতে হয়। তরলকে না ফুটিয়ে যদি বিক্রিয়া ঘটানোর উদ্দেশ্য অথবা অন্য কোনো কারণে তাপ দিতে হয় তবে ওয়াটার বাথ ব্যবহার করা হয়। বাম্পিং ছাড়া সুষম এবং নিরাপদভাবে তাপ দেওয়ার জন্যই মূলত ওয়াটার বাথ ব্যবহার করা হয়।

গ ৪(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ২০



[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. রাসায়নিক বিশ্লেষণে "সেমি মাইক্রো সিস্টেম" কী? ১

খ. Na-ধাতুকে কেন প্যারাফিনের নিচে সংরক্ষণ করা হয়? ২

গ. উদ্দীপকের (iii) নং চিত্রের যন্ত্রপাতির ব্যবস্থাপনা কীভাবে ব্যাখ্যা করবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের (i) ও (ii) এর আলোক ব্যবহারিক ক্লাসে দ্রব্যাদি ব্যবহারের কোন কোন পদ্ধতি অনুমোদন করো? ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে অজৈব গুণগত বিশ্লেষণে পরীক্ষণীয় নমুনা পদার্থের 0.05g থেকে 0.2g ব্যবহার করা হয় এবং দ্রবণের পরিমাণ 2-4 mL হয়ে থাকে তাকে সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ বলে।

খ Na ধাতু অত্যন্ত সক্রিয় যা পর্যায় সারণির 1 নং গ্রুপে অবস্থিত। Na ধাতুর সক্রিয়তা বেশি হওয়ায় এটি সহজেই বায়ুর সাথে বিক্রিয়া করে বিস্ফোরণ সহ জ্বলে। তাই একে প্যারাফিনের নিচে রাখা হয়।

গ উদ্দীপকের (iii) নং চিত্রের যন্ত্রপাতিগুলো হল– যথাক্রমে বিকার, কনিক্যাল ফ্লাস্ক, মেজারিং সিলিন্ডার।

যন্ত্রপাতিগুলো ব্যবস্থাপনার কৌশল নিচে বর্ণনা করা হলো–

যন্ত্রপাতিগুলো ব্যবহারের পূর্বে ও পরে পরিষ্কার করতে হবে। পরিষ্কার করার সময় এতে সামান্য সাবান ও নরম কাপড় দিয়ে আলোড়িত করতে হবে। এরপর পরিষ্কার পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে। এরপর এটি ক্রোমিক এসিড ($K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$) সহযোগে রিনস করতে হবে এবং পুনরায় পানি দিয়ে ধুয়ে ফেলতে হবে। যন্ত্রপাতিগুলোকে স্ট্যান্ডের ওপর উপুড় করে রাখতে হবে। এক্ষেত্রে যন্ত্রপাতিগুলোকে বিশেষ আকৃতির স্ট্যান্ডে রাখতে হবে যাতে নড়াচড়া না করে। পরবর্তীতে ব্যবহারের ক্ষেত্রে পুনরায় ধুয়ে নিতে হবে।

এভাবে ওপরের যন্ত্রপাতিগুলো আমরা ব্যবহার করতে পারি।

ঘ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ২১



A B C D

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. "সেমি মাইক্রো" অ্যানালাইসিস কী? ১
খ. এনজাইমকে জৈব অনুঘটক বলা হয় কেন? ২
গ. A ও C দ্বারা কোন ধরনের বিপদ সংকেত বোঝায়? ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. B ও D বিপদ সংকেত থেকে বাঁচতে আমরা কী পদক্ষেপ নিতে পারি। ব্যাখ্যা করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে অজৈব গুণগত বিশ্লেষণে পরীক্ষণীয় নমুনা পদার্থের 0.05g থেকে 0.2g ব্যবহার করা হয় এবং দ্রবণের পরিমাণ 2-4 mL হয়ে থাকে তাকে সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ বলে।

খ এনজাইম হলো ঈস্ট থেকে নিঃসৃত প্রাণহীন অদানাদার নাইট্রোজেনযুক্ত জটিল কাঠামোর জৈব পদার্থ। এনজাইম হলো বৃহদাকার প্রোটিন জাতীয় অণু। এ দীর্ঘ অণুর বিভিন্ন বিন্দুতে কতগুলো সক্রিয় স্থান থাকে। এসব স্থানে বিক্রিয়ক অণু যুক্ত হয়ে অন্তবর্তী অস্থায়ী যৌগ গঠন করে যা পরে বিয়োজিত হয়ে উৎপাদে পরিণত হয় এবং এনজাইম বিমুক্ত হয়। এভাবে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক অণুকে সক্রিয় স্থান সরবরাহ করে সক্রিয়ন শক্তিকে হ্রাস করে এবং বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করতে পারে বলেই এনজাইমসমূহ জৈব বিক্রিয়ায় প্রভাবক হিসেবে কাজ করে।

গ A দ্বারা মূলত বিপদজনক এবং C দ্বারা বিষাক্ত পদার্থকে বোঝায়। এ চিহ্ন ধারণকারী পদার্থ খুব বেশি বিষাক্ত না হলেও ব্যবহারের ক্ষেত্রে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে। এ পদার্থগুলো যেন সরাসরি ত্বক বা চোখে না লাগে সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে। শোধন না করে সরাসরি পরিবেশে ছাড়া যাবে না।

পদার্থ: Paints, floor polishes জাতীয় পদার্থগুলো জৈব দ্রাবক পেট্রোল এ দ্রবণীয়। এছাড়া অ্যান্টিফ্রিজ ও পোকামাকড় মারার ওষুধ শ্বাস-প্রশ্বাসে দীর্ঘসময় যাবৎ গ্রহণ করলে, ত্বকের মাধ্যমে শোষিত হলে অথবা গিলে ফেললে মারাত্মক ক্ষতি হতে পারে। এসব পদার্থ ব্যবহারের সময় হাতে গ্লাভস, নাকে-মুখে মাস্ক ব্যবহার করতে হবে। এদের প্রতীক হলো Xn।

ঘ B ও D বিপদ সংকেত দ্বারা যথাক্রমে তেজস্ক্রিয় ও দাহ্য তরল পদার্থ বোঝায়।

তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে বাঁচতে আমরা নিম্নলিখিত পদক্ষেপ নিতে পারি—

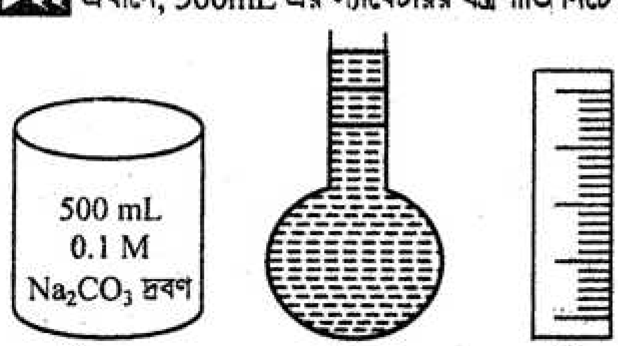
→ লেডের তৈরি পুরু পাত্রে সংরক্ষণ করা।
→ ব্যবহারের সময় হাতে গ্লাভস এবং বিশেষ ধরনের পোশাক পরিধান করা।
→ চশমা পরিধান করা যা তেজস্ক্রিয় রশ্মি হতে চোখকে রক্ষা করবে।
→ তেজস্ক্রিয় বর্জ্য সঠিক ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে নিষ্কাশন করা।

দাহ্য তরল পদার্থ হতে বাঁচতে গৃহীত পদক্ষেপ:

→ আগুন থেকে দূরে সংরক্ষণ করা।
→ সংরক্ষণের সাথে অগ্নি-নির্বাপন গ্যাস রাখা।
→ ব্যবহারের সময় নিয়ন্ত্রিত মাত্রায় ব্যবহার করা এবং খেয়াল রাখা এটি যেন বায়ুর সংস্পর্শে না আসে।
→ সিনথেটিক কাপড় না পড়া।

B ও D বিপদ সংকেত থেকে বাঁচতে আমরা উপরের উল্লেখিত পদক্ষেপ নিতে পারি।

প্রশ্ন ▶ ২২ এখানে, 500mL এর ল্যাবেটরির যন্ত্রপাতি নিচে দেওয়া আছে।



চিত্র-A চিত্র-B চিত্র-C

[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

ক. বিকারক কী? ১
খ. প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলতে কী বুঝো? ২
গ. চিত্র: A- তে Na_2CO_3 এর পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. 500mL দ্রবণ তৈরি করতে কোন পদার্থ উদ্দীপকে যন্ত্রপাতি হিসেবে ব্যবহার করা হয়েছে? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা দাও। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে রাসায়নিক পদার্থ দিয়ে অন্য কোনো পদার্থের উপস্থিতি শনাক্তকরণ বা পরিমাণ নির্ণয় করা যায় তাকে বিকারক বলে।

খ যে সব পদার্থের দ্রবণের ঘনমাত্রা বায়ুর উপাদান দ্বারা সহজে আক্রান্ত হয় না এবং দীর্ঘদিন পর্যন্ত যাদের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে তাদেরকে প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে। যেমন: $K_2Cr_2O_7$, Na_2CO_3 ইত্যাদি। এজন্যই এই দ্রবণগুলো প্রমাণ দ্রবণ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

গ

সূত্রমতে,

$$S = \frac{W}{MV} \times 1000$$

$$\text{বা, } W = \frac{SMV}{1000}$$

$$= \frac{0.1 \times 106 \times 500}{1000}$$

$$= 5.3 \text{ g}$$

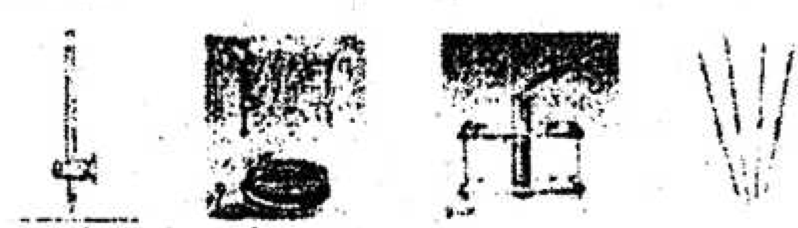
এখানে,
দ্রবণের ঘনমাত্রা, S = 0.1M
দ্রবণের আয়তন, V = 500 mL
Na_2CO_3 এর আনবিক ভর, M = 106
Na_2CO_3 এর পরিমাণ, W = ?

সুতরাং $NaCO_3$ এর পরিমাণ 5.3g।

ঘ উদ্দীপকের প্রমাণ দ্রবণ তৈরি করতে চিত্র-B আয়তনমিতিক ফ্লাস্ক ব্যবহৃত হয়। কারণ চিত্র-C এর মেজারিং সিলিন্ডার দিয়ে প্রমাণ দ্রবণ তৈরি করা যায় না। এটি শুধু নির্দিষ্ট দ্রবণ স্থানান্তরে ব্যবহৃত হয়।

প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতের উদ্দেশ্যে আয়তনমিতিক ফ্লাস্কের মধ্যে ফানেলের সাহায্যে কিছু পরিমাণ পাতিত পানি নেয়া হয়। অতঃপর প্রয়োজনীয় নমুনা দ্রবকে ফানেলের সাহায্যে ফ্লাস্কে নেওয়া হয়। দ্রব যদি কঠিন দানাদার হয় তবে যত দূর সম্ভব পাউডার করে নেয়া হয়। ওয়াশ বোতলে রক্ষিত পানির সাহায্যে ফানেলকে ভালোভাবে ওয়াশ করে আয়তনমিতিক ফ্লাস্কের গলায় দাগের কিছুটা কম পর্যন্ত পানি দেয়া হয় যেন ফানেলের মধ্যস্থ দ্রব ধুয়ে ফ্লাস্কে চলে যায়। ফানেলটিকে সরিয়ে ফ্লাস্কের মুখে গ্লাস স্টপার লাগিয়ে ফ্লাক্সটিকে ঝাঁকানো হয়। ফলে দ্রব যদি কঠিন হয় তবে তা সম্পূর্ণভাবে দ্রবীভূত হয়ে যায়। ফ্লাস্কের মুখ হতে গ্লাস স্টপার খুলে নিয়ে খুব সাবধানে ওয়াশ বোতল থেকে এমনভাবে পানি যোগ করা হয় যেন আয়তনমিতিক ফ্লাস্কের গলদেশের দাগ পর্যন্ত পূর্ণ হয়। সবশেষে ফ্লাস্কের মুখে পুনরায় গ্লাস স্টপার লাগিয়ে ফ্লাস্কটিকে চার/পাঁচবার উল্টানো হয় যাতে ফ্লাস্কের মধ্যে দ্রবণ একইভাবে সমান ঘনমাত্রায় সর্বত্র মিশে যায়।

প্রশ্ন ▶ ২৩



রসায়ন ল্যাবে উদ্দীপকের কাচ সামগ্রি গ্লাসওয়্যার বহুল ব্যবহৃত হয়।

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. শিখা পরীক্ষায় সোডিয়াম কোন বর্ণ দেখায়? ১
খ. মাইক্রো এবং সেমি মাইক্রো পদ্ধতির পার্থক্য লিখো। ২
গ. উদ্দীপকে বর্ণিত গ্লাসওয়্যারের পরিষ্কার করার পদ্ধতি আলোচনা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত গ্লাসওয়্যারের ব্যবহার করার ক্ষেত্র এবং পদ্ধতিসমূহ বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শিখা পরীক্ষায় সোডিয়াম উজ্জ্বল সোনালী হলুদ বর্ণ দেখায়।

খ সেমি মাইক্রো ও মাইক্রো অ্যানালাইসিসের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ—

i. সেমি মাইক্রো অ্যানালাইসিসে 50 mg/1mL পরিমাণ নমুনা নিয়ে নিরীক্ষণ করা হলেও মাইক্রো অ্যানাল্যাইসিসে এই পরীক্ষাটি হয়ে থাকে 5 mg/0.1 mL এর মত।

ii. মাইক্রো অ্যানালাইসিসের সাথে সেমি মাইক্রো পদ্ধতির ব্যবহৃত নমুনা 10-20 গুণ কম ভরের হয়ে থাকে। যেখানে, মাইক্রো অ্যানালাইসিসে এটি 100-200 গুণ কম (যেমন: স্পট অ্যানালাইসিস)।

গ ১৩ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১১ (ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ২৪



Set-A Set-B

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

ক. ডাইমার কি? ১

খ. 57 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রম—ব্যাখ্যা কর। ২

গ. Set-A এর উপকরণ সামগ্রীতে গাঢ় NaOH এবং $KMnO_4$ দ্রবণ ব্যবহারের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. বিশ্লেষণী রসায়নে দুটি Set এর উপকরণের ব্যবহার ক্ষেত্র এক হবে কী? তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সন্নিবেশ বন্ধন বা হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে একই যৌগের দুইটি অণু একত্রে যুক্ত থাকলে তাকে ডাইমার বলে।

খ 57 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস :

$_{57}La \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 5d^1$

শক্তির মান n + l নিয়ম অনুসারে 4f ও 5d এর মান সমান, কিন্তু 4f এর ক্ষেত্রে n = 4 এর মান হওয়ায় 57-তম ইলেকট্রনটি 4f এ যাওয়ার কথা ছিল। কিন্তু La-এর ইলেকট্রন বিন্যাসে 57-তম ইলেকট্রনটি 5d তে প্রবেশ করে। সুতরাং La-এর ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রম।

গ উদ্দীপকের A সেটটি হলো বুরেট, পিপেট ও কনিকেল ফ্লাস্ক এর একটি সেট। প্রত্যেকটি উপকরণই কাচের তৈরি। NaOH ও $KMnO_4$ ব্যবহার করলে কাচের ক্ষয় হয়। ক্ষারধর্মী NaOH কাচের অম্লীয় উপাদান SiO_2 এর সাথে বিক্রিয়া করার কারণে কাচের ক্ষয় হয়।

$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$

এভাবে বুরেট, পিপেট ও কনিকেল ফ্লাস্কের ক্ষয় হতে পারে। উদ্দীপকের সেটটিকে ম্যাক্রো বিশ্লেষণে ব্যবহার করলে পরিবেশ এর উপর NaOH ও $KMnO_4$ এর ক্ষতিকর প্রভাব নিম্নে বর্ণনা করা হলো :

সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) : এটি একটি ক্ষয়কারী পদার্থ। শ্বাসের সাথে প্রবেশ করলে চোখ ও নাক জ্বালা পোড়া করে। গলায় ক্ষতের সৃষ্টি করে। কফ, মাথা ব্যথা শুরু হয়। মুখ দিয়ে প্রবেশ করলে গলা পাকস্থলী পুড়ে যায়। ত্বক ও চোখে পড়লে পুড়ে যায়, ব্যথা করে। সুপেয় পানির উৎস থেকে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড দূরে রাখতে হবে। কারণ এটি পানিকে দূষিত করে। ফলে প্রাণী ও মানুষের কোষের ক্ষতি করে। এমনকি মৃত্যুও হতে পারে। বায়ুতে বিগলিত সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড বিয়োজিত হয়ে সোডিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করে যা ক্ষতিকর গ্যাস। বায়ুতে এ গ্যাসের উপস্থিতি বায়ু দূষণের উৎস হিসেবে কাজ করে। বায়ু দূষণের ফলে মানুষ ও পরিবেশের উপর এক বিরূপ প্রতিক্রিয়ার সৃষ্টি হয়। অ্যালুমিনিয়াম, টিন এবং জিঙ্ক এর সাথে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের বিক্রিয়ায় বিস্ফোরণে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। এ গ্যাস পরিবেশের উপর বিষক্রিয়া সৃষ্টি করে।

$KMnO_4$: এটি একটি তীব্র ক্ষয়কারক, জারক ও বিষাক্ত উপাদান। শরীরের ত্বকের সংস্পর্শে এসে ক্ষতের সৃষ্টি করে। এর প্রভাবে কিডনি সম্পূর্ণভাবে বিনষ্ট হয়। পরিমাণ অধিক হলে মৃত্যুও হতে পারে। পানিতে দ্রবীভূত হলে পানির দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণের মারাত্মকভাবে হ্রাস করে। ফলে মাছসহ অন্যান্য জলজ প্রাণীর বেঁচে থাকা কষ্টকর হয়।

ঘ উদ্দীপকের A সেটে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলোর মধ্যে কনিকেল ফ্লাস্কে 250mL এবং B-সেটের ক্ষেত্রে কনিকেল ফ্লাস্কে 5mL লেখা আছে, সুতরাং A সেটটি ম্যাক্রো ও B সেটের যন্ত্রপাতিগুলো সেমিমাইক্রো বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হবে। সুতরাং সেট-A ও সেট-B এর উপকরণের ব্যবহার একই ধরনের হবে না ভিন্নভাবে হবে নিম্নে এর ব্যাখ্যা দেয়া হলো :

সেমি-মাইক্রো পদ্ধতি: কোনো নমুনা পরীক্ষা কার্য সম্পন্ন করার জন্য যদি নমুনার পরিমাণ 10 mg থেকে 100 mg পর্যন্ত নেওয়া হয় তবে যে বিশ্লেষণ সম্পন্ন হয় তাকে সেমি মাইক্রো পদ্ধতি বলে। ম্যাক্রো পদ্ধতিতে তুলনামূলক বেশি পরিমাণ বিকারক এবং বেশি নমুনা নেয়া হয় এবং অধঃক্ষেপ দ্রবণ থেকে পৃথক করার জন্য সেন্ট্রিফিউজ মেশিন ব্যবহার করা হয় এবং খুব কম পরিমাণ অধঃক্ষেপ নিয়েও ব্যবহারিক পরীক্ষা সম্পাদন করা যায়।

মাইক্রো বিশ্লেষণ পদ্ধতি: যদি রাসায়নিক দ্রব্যের বা নমুনার পরিমাণ 100 mg এর কম থাকে তাহলে যে বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় তাকে মাইক্রো বিশ্লেষণ পদ্ধতি বলা হয়। মাইক্রো বিশ্লেষণ পদ্ধতি অত্যন্ত আধুনিক পদ্ধতি এবং খুব সামান্য পরিমাণ নমুনা পদার্থ (sample substance) নিয়ে একই সাথে গুণগত ও পরিমাণগত বিশ্লেষণ করা হয়।

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনা হতে বলা যায় ম্যাক্রো, সেমি-মাইক্রো ও মাইক্রো বিশ্লেষণ পদ্ধতি পরস্পর হতে ভিন্ন।

প্রশ্ন ▶ ২৫ H_2SO_4, NH_3 ও NaOH রাসায়নিক দ্রব্যগুলো ল্যাবরেটরীতে ব্যবহৃত হয়। *[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]*

ক. দ্রাব্যতা কী? ১

খ. একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালীতে অনেকগুলো রেখা দেখা যায় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের উপাদানসমূহের নিরাপদ সংরক্ষণ কৌশল বর্ণনা কর। ৩

ঘ. স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর উপাদানসমূহের ক্ষতিকর প্রভাব পরিলক্ষিত হয়— বিশ্লেষণ কর। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ হাইড্রোজেন পরমাণুতে 1টি মাত্র ইলেকট্রন বিদ্যমান যা স্বাভাবিক অবস্থায় কম শক্তি সম্পন্ন স্তরে অবস্থান করে। বিশুদ্ধ H_2 গ্যাসকে শক্তি প্রদান করা হলে ঐ ইলেকট্রন শক্তি অর্জন করে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন স্তরে গমন করে। আবার শক্তি বিকিরণ করে উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্নে

বিভিন্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসতে পারে। এক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ বিভিন্ন হওয়ায় বর্ণালীতে অনেকগুলো রেখার উদ্ভব হয়।
তাই হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও এর পারমাণবিক বর্ণালীতে একাধিক রেখা দেখা যায়।

গ ২ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ২ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ২৬ i. $SO_3 + H_2O \rightarrow X\ (g)$
ii. $NO_2 + H_2O \rightarrow Y$
iii. $_{11}Z + H_2O \rightarrow ZOH\ (aq)$

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. টাইট্রেশন কী? ১
খ. মাইক্রো ও সেমিমাইক্রো পদ্ধতির মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
গ. X, Y এবং ZOH ল্যাবরেটরীতে কীভাবে সংরক্ষণ করবে? ৩
ঘ. X এবং Y গ্যাসদ্বয়ের পরিবেশে ও মানব স্বাস্থ্যের উপর প্রভাব আলোচনা কর। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অজানা ঘনমাত্রার কোনো পরীক্ষাধীন দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয়ের উদ্দেশ্যে উক্ত দ্রবণের কত আয়তনের সাথে কোনো প্রয়োজনীয় বিকারকের প্রমাণ দ্রবণের কত আয়তন সম্পূর্ণভাবে বিক্রিয়া করতে পারে তা উপযুক্ত নির্দেশকের উপস্থিতিতে নির্ণয় করার পরীক্ষা পদ্ধতিকে টাইট্রেশন বলে।

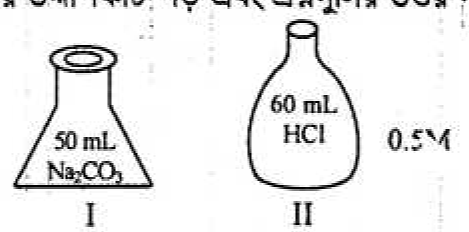
খ সেমিমাইক্রো ও মাইক্রো অ্যানালাইসিসের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ—

i. সেমিমাইক্রো অ্যানালাইসিসে 50 mg/1mL পরিমাণ নমুনা নিয়ে নিরীক্ষণ করা হলেও মাইক্রো অ্যানালাইসিসে এই পরীক্ষাটি হয়ে থাকে 5 mg/0.1 mL এর মত।
ii. মাইক্রো অ্যানালাইসিসের সাথে সেমিমাইক্রো পদ্ধতির ব্যবহৃত নমুনা 10-20 গুণ কম ভরের হয়ে থাকে। যেখানে, মাইক্রো অ্যানালাইসিসে এটি 100-200 গুণ কম (যেমন স্পট অ্যানালাইসিস)।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ২৭ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:



[বি. এ. এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. ক্রোমিক এসিড কি? ১
খ. পরীক্ষাগারে নিরাপদ চশমা ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের I নং এর 0.5M দ্রবণ তৈরি করতে কি পরিমাণ দ্রব লাগবে? ৩
ঘ. I ও II নং প্রশমন বিক্রিয়ার মাধ্যমে I নং দ্রবণের মাত্রা নির্ণয় কর। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক H_2CrO_4 কে ক্রোমিক এসিড বলে।

খ ল্যাবরেটরিতে নিম্নোক্ত কারণে নিরাপদ চশমা ব্যবহারের প্রয়োজন—

i. রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় উদ্বায়ী পদার্থ ছিটকে যাতে চোখে না লাগে।
ii. কোনো তরল পদার্থকে উত্তপ্ত করলে সেটি bumping করে চোখে না লাগতে পারে এবং
iii. বোতল হতে অ্যামোনিয়া সহ অন্যান্য উদ্বায়ী দ্রবণ বের করার সময় যাতে চোখে না লেগে যায়।

গ (i) নং পাত্রে Na_2CO_3 এর দ্রবণ বিদ্যমান যার আণবিক ভর m = 106 g
পাত্রে দ্রবণের আয়তন V = 50 mL
আমাদের প্রত্যাশিত ঘনমাত্রা C = 0.5 M
দ্রব্যের পরিমাণ w = ?
আমরা জানি,

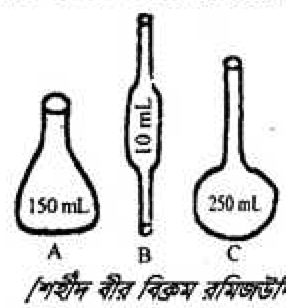
$$C = \frac{w \times 1000}{V \times M}$$
$$\Rightarrow 0.5M = \frac{w \times 1000}{50 \times 106}$$
$$\Rightarrow w = \frac{0.5 \times 50 \times 106}{1000}$$
$$= 2.65\ g$$

ঘ (i) ও (ii) নং এর প্রশমন বিক্রিয়া
$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + CO_2 + H_2O$
(i) নং পাত্রে দ্রবণের আয়তন $V_6 = 50$ mL
ঘনমাত্রা $M_b = ?$
(ii) নং পাত্রে দ্রবণের আয়তন, $V_a = 60$ mL
ঘনমাত্রা Ma = 0.5M
বিক্রিয়া থেকে

$$\frac{V_aM_a}{V_bM_b} = \frac{2}{1}$$
$$\Rightarrow 2M_bV_b = V_aM_a$$
$$\Rightarrow M_b = \frac{V_aM_a}{2V_b}$$
$$= \frac{60 \times 0.5}{2 \times 50}$$
$$= 0.3m$$

$\therefore$ I নং দ্রবণের ঘনমাত্রা ≡ 0.3m

প্রশ্ন ▶ ২৮ ট্রাইট্রেশন করার উদ্দেশ্যে একজন শিক্ষার্থী নিম্নরূপ গ্লাস সামগ্রী ব্যবহার করে Na_2CO_3 এর প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করল। এরপর উক্ত প্রমাণ দ্রবণের 10 mL মেপে নিয়ে ট্রাইট্রেশনের জন্য প্রস্তুত করল।



[শহীদ বীর বিক্রম রমিজউদ্দিন ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১
খ. জাল নোট/পাসপোর্ট শনাক্তকরণ UV রশ্মির ব্যবহার লিখ। ২
গ. উদ্দীপকে বর্ণিত কাজ সম্পাদনের জন্য চিত্রের কোন গ্লাস সামগ্রী ব্যবহৃত হল। ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. "ট্রাইট্রেশনের জন্য উদ্দীপকের প্রদর্শিত গ্লাস সামগ্রী যথেষ্ট নয়" উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

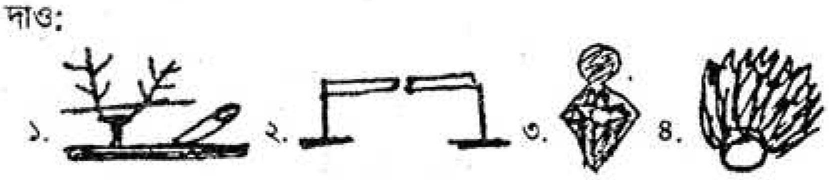
ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ UV-রশ্মির মাধ্যমে খুব সহজেই জাল টাকা শনাক্ত করা যায়। কারণ, আসল টাকার মধ্যে একটি বিশেষ ধরনের নিরাপত্তা সুতা স্থাপন করা থাকে। এছাড়াও টাকার নির্দিষ্ট স্থানে জলছাপ দেওয়া থাকে যা খালি চোখে দেখা না গেলেও UV-রশ্মিতে পরিষ্কার আভা ছড়ায়। আসল নোটগুলোতে ফ্লোরেসেন্টের কালিতে কিছু বিশেষ লেখার উপর UV-রশ্মি পড়লে এ ফ্লোরেসেন্স উচ্চ UV-রশ্মি শোষণ করে দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে। কিন্তু জাল টাকায় এই ধরনের কোন জলছাপ না থাকায় এর উপর UV-রশ্মি ফেললে কোন নির্দিষ্ট রং এর বিকিরণ পাওয়া শনাক্ত হয় না। এভাবেই UV-রশ্মি ব্যবহার করে সহজেই জাল টাকা শনাক্ত করা যায়।

গ ১০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ২৯ নিচের হাজার্ড চিহ্নগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. পলির বর্জননীতি লিখ। ১

খ. 675nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট বর্ণালীর শক্তি নির্ণয় কর। ২

গ. ১ ও ৩ নং চিহ্নিত চিত্রের উপাদান সম্পদের দূষণ মাত্রা কমিয়ে আনতে কীভাবে পরিবেশে পরিত্যাগ করা যায়? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. ২ ও ৪ নং চিহ্নিত চিত্রের উপাদানের সতর্কীকরণের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পলির বর্জন নীতিটি হলো— "একই পরমাণুতে যে কোনো একটি অরবিটাল দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ আমরা জানি,

$c = \nu\lambda$

বা, $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$= \frac{3 \times 10^8 ms^{-1}}{675 \times 10^{-9} m}$

$= 4.4 \times 10^{14}$ Hz

এখানে,
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 675$ nm $= 675 \times 10^{-9}$
আলোর গতি, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$
ফ্রিক্যুয়েন্সি, $\nu = ?$

আবার, শক্তি, $E = h\nu$

বা, $E = 6.626 \times 10^{-34} \times 4.4 \times 10^{14}$J

$= 29.15 \times 10^{-20}$J

এখানে, h হলো প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক $= 6.626 \times 10^{-34}$Js

অতএব, 675 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট বর্ণালীর শক্তি, 29.15×10^{-20}J।

গ ১৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৩০ রহিম কনিক্যাল ফ্লাস্কে 0.45g NaOH নিয়ে 100mL দ্রবণ প্রস্তুত করল। উক্ত দ্রবণের 10mL প্রশমিত করার জন্য সে কনিকেল ফ্লাস্কে এক ফোঁটা মিথাইল অরেঞ্জ এবং ব্যুরেট থেকে 5% ঘনমাত্রার কিছু H_2SO_4 যৌগ করল।

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, পাহাড়কাঞ্চনপুর, টাঙ্গাইল]

ক. প্রমাণ দ্রবণ কি? ১

খ. সেমি মাইক্রো ও মাইক্রো অ্যানাইসিসের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ২

গ. উদ্দীপকের ব্যুরেটে H_2SO_4 এর পরিবর্তে NaOH ব্যবহার করলে কী কী সমস্যা হবে? ৩

ঘ. রহিম কনিক্যাল ফ্লাস্কে কি পরিমান H_2SO_4 যোগ করেছিল? ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো দ্রবণের নির্দিষ্ট আয়তনে দ্রবের পরিমাণ জানা থাকলে সে দ্রবণকে প্রমাণ দ্রবণ বলে।

খ সেমিমাইক্রো ও মাইক্রো অ্যানালাইসিসের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ—

i. সেমিমাইক্রো অ্যানালাইসিসে 50 mg/1mL পরিমাণ নমুনা নিয়ে নিরীক্ষণ করা হলেও মাইক্রো অ্যানালাইসিসে এই পরীক্ষাটি হয়ে থাকে 5 mg/0.1 mL এর মত।

ii. মাইক্রো অ্যানালাইসিসের সাথে সেমিমাইক্রো পদ্ধতির ব্যবহৃত নমুনা 10-20 গুণ কম ভরের হয়ে থাকে। যেখানে, মাইক্রো অ্যানালাইসিসে এটি 100-200 গুণ কম (যেমন স্পট অ্যানালাইসিস)।

গ উদ্দীপকের ব্যুরেটে NaOHব্যবহার করলে উদ্ভূত সমস্যাগুলো নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো—

ব্যুরেট তৈরি করা হয় পাইরেক্স গ্লাস দ্বারা। গ্লাসের প্রধান উপাদান সিলিকন-ডাই-অক্সাইড (SiO_2)। যা তীব্র ক্ষার NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন করে।

$2NaOH + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$

ফলে ব্যুরেট ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

আবার স্টপকর্কযুক্ত ব্যুরেট ব্যবহারে স্টপকর্কের গ্রিজ ক্ষারের সাথে বিক্রিয়ায় অপদ্রব্য সৃষ্টি করে। ফলে স্টপকর্ক অনাকাঙ্ক্ষিতভাবে এঁটে যায়।

ঘ $5\% H_2SO_4$ এর ঘনমাত্রা S_a হলে,

$S_a = \frac{10x}{M}$

$= \frac{10 \times 5}{98}$ mol L^{-1}

$= 0.51$ M

এখানে, $x = 5$
$M = 98$

আবার, H_2SO_4 এবং NaOH এর বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ—

$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$\therefore \frac{V_a \times S_a}{V_b \times S_b} = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \frac{V_a \times 0.51}{10 \times 0.1125} = \frac{1}{2}$

$\therefore V_a = 1.103$ mL

$S_a = 0.51$ M
$V_b = 10$mL
$S_b = \frac{1000 \times 0.45}{40 \times 100}$ M
$= 0.1125$ M
$V_a = ?$

সুতরাং, রহিম কনিক্যাল ফ্লাস্কে 1.103mL H_2SO_4 যোগ করেছিল।

প্রশ্ন ▶ ৩১ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

রসায়ন পরীক্ষাগারে বিভিন্ন বিকারক দ্রব্যের মধ্যে HNO_3, H_2SO_4 HCHO ইত্যাদি খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এগুলো খুব সাবধানে সংরক্ষণ করা উচিৎ।

[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]

ক. দুধের পাস্তুরাইজেশন কী? ১

খ. ক্ষারীয় Cu^{2+} ও Zn^{2+} লবণের দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে CuS ও ZnS উভয়ই অধঃক্ষিপ্ত হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের রাসায়নিক দ্রব্যসমূহের সংরক্ষণ পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের উল্লেখিত রাসায়নিক দ্রব্যসমূহ পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ কেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এনজাইম ও ক্ষতিকারক অণুজীবকে ধ্বংস করার জন্য ক্রীমকে 95°C বা আরও বেশি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার প্রক্রিয়াকে পাস্তুরাইজেশন বলে।

খ ক্ষারীয় মাধ্যমে H_2S এর বিক্রিয়া :

$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$$
$$NH_4OH \rightleftharpoons OH^- + NH_4^+$$

ক্ষারীয় মাধ্যম যেমন NH_4OH এর উপস্থিতিতে H^+ ও OH^- বিক্রিয়া করে H_2O উৎপন্ন করে, ফলে H_2S এর বিয়োজন বৃদ্ধি পায় এবং প্রচুর পরিমাণে S^{2-} আয়ন উৎপন্ন করে। উৎপন্ন S^{2-} আয়নের সাথে Cu^{2+} ও Zn^{2+} এর আয়নিক গুণফল যথাক্রমে Cu^{2+} ও Zn^{2+} এর দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করে। এই জন্য ক্ষারীয় মাধ্যমে একই সাথে CuS ও ZnS এর কালো অধঃক্ষেপ পাওয়া যাবে।

$$Cu^{2+} + S^{2-} \longrightarrow CuS \text{ (কালো অধঃক্ষেপ)}$$
$$Zn^{2+} + S^{2-} \longrightarrow ZnS \text{ (কালো অধঃক্ষেপ)}$$

গ **HNO_3 ও H_2SO_4 সংরক্ষণ:**

i. নিচের শেলফে অথবা এসিড ক্যাবিনেটে সংরক্ষণ করতে হয়।

ii. জৈব এসিড এবং দাহ্য বস্তু থেকে জারক এসিডসমূহকে আলাদা রাখতে হবে।

iii. ক্ষার এবং সক্রিয় ধাতু (Na, K) থেকে এসিডকে পৃথক স্থানে সংরক্ষণ করতে হয়।

iv. বিষাক্ত গ্যাস উৎপাদনকারী রাসায়নিক পদার্থ (যেমন : সোডিয়াম সায়ানাইড, আয়রন সালফাইড) থেকে এসিডসমূহকে অন্যত্র সংরক্ষণ।

HCHO সংরক্ষণ: রঙিন বোতলে সংরক্ষণ করতে হবে। ব্যবহারের সময় নিরাপদ চশমা, হাতে গ্লাভস্ ও নাকে মুখে মাস্ক ব্যবহার করতে হবে। এ ধরনের পদার্থ নদী নালার পানিতে মিশতে দেয়া উচিৎ নয়।

ঘ উদ্দীপকে উল্লিখিত HNO_3, H_2SO_4 ও HCHO এর অতিরিক্ত ব্যবহার পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ। নিম্নে তা ব্যাখ্যা করা হলো—

বায়ুমণ্ডলের নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড হতে দ্রুত নাইট্রিক এসিড উৎপন্ন হয়। নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড একটি বায়ু দূষণকারী এবং এসিড বৃষ্টির একটি উপাদান যা পরিবেশকে বিপন্ন করে। উচ্চ ঘনমাত্রার নাইট্রিক এসিড শ্বাসের সাথে প্রবেশ করলে মৃত্যুও ঘটতে পারে।

একটি মারাত্মক ক্ষয়কারী, তীব্র জারক ও তীব্র নিরুদক। মানুষের চোখ, মুখ, শ্বাসনালীতে সংক্রমণ ও ত্বকের প্রদাহ সৃষ্টির জন্য H_2SO_4 এসিডই দায়ী। এছাড়াও ল্যাবরেটরিতে এবং শিল্প কারখানায় বিভিন্ন ধারাবাহিক বিশ্লেষণে যে ব্যবহার করা হয় তা হতে নির্গত SO_2 গ্যাস পরিবেশে মিশে গিয়ে বায়ু দূষণ করে।

এছাড়া ল্যাবরেটরিতে H_2SO_4 এর অতিরিক্ত এসিড ড্রেনের পানির সাথে মিশে গিয়ে বিভিন্ন জলাশয় ও মাটিতে মিশে যায় ফলে পানির pH মান কমে যায়, তেমনি মাটির উর্বরতা শক্তির হ্রাস ঘটে এবং মাটিতে বর্তমান অণুজীবগুলোও মরে যায়। পানির pH মান 3-এর নিচে নেমে আসলে ঐ পানিতে মাছসহ কোনো জলজ প্রাণীরই বেঁচে থাকা সম্ভব হয় না। H_2SO_4 থেকে নির্গত SO_2 বায়ুমণ্ডলের জলীয় বাষ্পের সাথে মিশে H_2SO_3 ও H_2SO_4 উৎপন্ন করে যা বৃষ্টির পানির সাথে মিশে যায় এবং এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি হবে। এসিড বৃষ্টি সৃষ্টির ফলে গাছপালা ও জলাশয়ে মাছ মারা যায়। এছাড়াও দালানকোঠা ও অন্যান্য জিনিসপত্রের ব্যাপক ক্ষয় ঘটে।

সুতরাং আমরা অনুধাবন করতে পারি যে, H_2SO_4 এসিডটির অতিরিক্ত ব্যবহার পরিবেশের ব্যাপক ক্ষতিসাধন করে থাকে। ফরমালডিহাইড (HCHO) এর অধিক ব্যবহার আমাদের ওপর মারাত্মক প্রভাব ফেলে। যেমন : এটি আমাদের শ্বাস-প্রশ্বাসের মাধ্যমে শরীরে প্রবেশ করলে প্রচণ্ড পেট ব্যথা করে, বমি হয়। কিডনি, লিভার প্রভৃতি গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গের সর্বাত্মক ক্ষতি সাধন হয়। এমনকি এর ফলে মানুষের মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে। এছাড়া ফরমালডিহাইডের দ্রবণ মানুষের শরীরে ক্যান্সার উৎপাদক হিসেবে প্রমাণিত হয়েছে। তাছাড়া উদ্দীপকের রাসায়নিক পদার্থগুলো পরিবেশের ক্ষতি করায় পৃথিবী মানবজাতির বসবাসের অনুপযোগী হয়ে পড়বে। সুতরাং বলা যায়, রসায়নাগারে উদ্দীপকের পদার্থগুলো অধিক ব্যবহার সমগ্র মানবজাতির জন্য হুমকিস্বরূপ। মানবজাতিকে বাঁচাতে রসায়নাগারে এসব রাসায়নিক পদার্থের সীমিত ব্যবহার জরুরি।

প্রশ্ন ▶ ৩২ মৌ লাইব্রেরিতে গবেষণার জন্য দুটি পদ্ধতি বিবেচনা করে। সে একটি কঠিন রাসায়নিক পদার্থকে বিশ্লেষণের জন্য পদ্ধতি-1 এ 50 mg এবং পদ্ধতি-2 এ 5 mg ভর পরিমাপ করে নেয়। এরপর সে একটি তরল রাসায়নিক পদার্থকে বিশ্লেষণের জন্য পদ্ধতি-1 এ 1mL এবং পদ্ধতি-2 এ 0.1mL আয়তন পরিমাপ করে নেয়।

[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]

ক. পরিমাপক ফ্লাস্ক কী? ১

খ. ডিজিটাল ব্যালেন্স ব্যবহারে কী কী সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত-2 নং পদ্ধতির সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ উল্লেখ কর। ৩

ঘ. ১ ও ২ নং পদ্ধতির মধ্যে তুলনামূলক অবস্থান তুলে ধর। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক চোঙাকৃতির এক মুখ বন্ধ ও অন্য মুখ খোলা মিলিলিটারে দাগাঙ্কিত মোটা কাচনল যার সাহায্যে ল্যাবরেটরিতে তরল পরিমাপ করা হয় তাকে পরিমাপক ফ্লাস্ক বলে।

খ ডিজিটাল ব্যালেন্স ব্যবহারের ক্ষেত্রে নিম্নোক্ত সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়।

i. উত্তপ্ত উপাদানকে পরিমাপ করা যাবে না।

ii. ক্ষয়কারক পদার্থ যা ব্যালেন্স নষ্ট করতে পারে তা ব্যবহার করা যাবে না।

iii. তরলের পরিমাপের সময় তা যেন ব্যালেন্সের ভিতর বা প্যানেলে না পড়ে।

iv. ধারণ ক্ষমতার অতিরিক্ত ওজন নেয়া যাবে না।

গ উপরে উল্লিখিত ২নং পদ্ধতিটি হলো রাসায়নিক বিশ্লেষণে মাইক্রো পদ্ধতি। নিচে এর সুবিধা ও অসুবিধাসমূহ দেয়া হলো—

সুবিধাসমূহ:

১. রাসায়নিক দ্রব্যের অপচয় ঘটে না।

২. পরীক্ষণে সময় কম লাগে।

৩. বর্ণালিমিতি এবং ক্রোমোটোগ্রাফিতে ব্যবহার করা যায়।

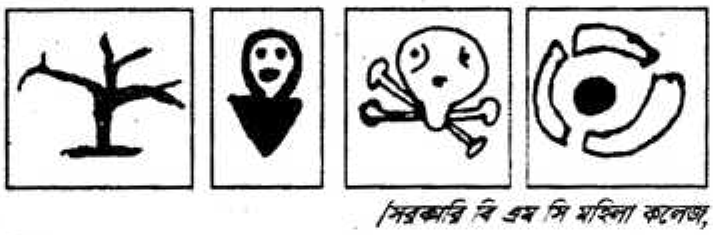
৪. পরিবেশ দূষণের ঝুঁকি কম।

অসুবিধা:

১. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ব্যয়বহুল।

ঘ ৯ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৩৩ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও :



[সরকারি বি এম সি মহিলা কলেজ, নওগাঁ]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১
খ. লাবরেটরীতে নিরাপদ চশমা কেন ব্যবহার করা হয়? ২
গ. উদ্দীপকের ঝুঁকি চিহ্ন গুলির গুরুত্ব আলোচনা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের ঝুঁকি থেকে পরিত্রানের উপায় বর্ণনা কর। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ ল্যাবরেটরিতে নিম্নোক্ত কারণে নিরাপদ চশমা ব্যবহারের প্রয়োজন–

i. রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় উদ্বায়ী পদার্থ ছিটকে যাতে চোখে না লাগে।
ii. কোনো তরল পদার্থকে উত্তপ্ত করলে সেটি bumping করে চোখে না লাগতে পারে এবং
iii. বোতল হতে অ্যামোনিয়া সহ অন্যান্য উদ্বায়ী দ্রবণ বের করার সময় যাতে চোখে না লেগে যায়।

গ উদ্দীপকের ঝুঁকি চিত্রগুলি যথাক্রমে পরিবেশ ঝুঁকি, স্বাস্থ্য ঝুঁকি, বিপজ্জনক ও তেজস্ক্রিয় রশ্মির ঝুঁকি। উদ্দীপকের এই ঝুঁকিচিহ্নগুলির গুরুত্ব নিম্নে তুলে ধরা হল–

উদ্দীপকের প্রথমটি হচ্ছে পরিবেশঝুঁকি। ল্যাবরেটরিতে অনেক রাসায়নিক ব্যবহার করা হয় যেমন- খনিজ এসিড, NH_3, SO_2, CO_2 ইত্যাদি এসব উপাদান কোনোভাবেই পরিবেশে মিশতে দেওয়া যাবে না। আবার দ্বিতীয় ঝুঁকিচিহ্নটি হচ্ছে স্বাস্থ্যঝুঁকি। ল্যাবরেটরিতে অনেক উপাদান ব্যবহার ও সংরক্ষণ করা হয় যেমন– CO, CO_2, NO_2 ইত্যাদি। এসব পদার্থের সংস্পর্শে যথেষ্ট স্বাস্থ্য ঝুঁকি থাকে। শ্বসনযন্ত্রের সমস্যা থেকে শুরু করে তীব্র বিষক্রিয়া পর্যন্ত হতে পারে। তৃতীয় হ্যার্ডজ সিম্বলটি হচ্ছে বিপজ্জনক ঝুঁকি চিহ্ন। ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত কিছু উপাদান যেমন- $CHCl_3$, প্রোপানোন, ফেনল ইত্যাদি খুবই বিপজ্জনক। আবার চতুর্থ ঝুঁকি চিহ্নটি হচ্ছে তেজস্ক্রিয় ঝুঁকি চিহ্ন। ল্যাবরেটরি বা অন্য কাজে ব্যবহৃত তেজস্ক্রিয় মৌল বা তাদের যৌগ হতে এ ধরনের রশ্মি নির্গত হয়। এটি মানবদেহের পক্ষে মারাত্মক ক্ষতিকারক। তাই এই সমস্ত ঝুঁকি চিহ্ন দেখে উপাদানগুলো সম্পর্কে সচেতন হওয়া যায়।

সুতরাং, উদ্দীপকের ঝুঁকি চিহ্নগুলির গুরুত্ব অপরিসীম।

ঘ উদ্দীপকের ঝুঁকি চিত্রগুলি হতে পরিত্রাণের উপায় নিম্নে বর্ণনা করা হল :

১. **পরিবেশ ঝুঁকি:** এই উপাদানগুলো যাতে সরাসরি মাটি, পানি বা বায়ুর সাথে মিশতে না পারে সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে। এসবের পরিশোধন করে অথবা পরিবর্তিত অবস্থায় পরিবেশে মুক্ত করা উচিত।

২. **স্বাস্থ্য ঝুঁকি:** মাস্ক, হ্যান্ড গ্লাভস, সেফটি চশমা, এপ্রোন পরিধান করে কাজ করতে হবে। ফিউম হুডের নিচে গ্যাস উৎপাদী পদার্থ নিয়ে কাজ করতে হবে। ত্বকের সংস্পর্শে যেন না আসতে পারে সেদিকেও খেয়াল রাখতে হবে। সংরক্ষণের ক্ষেত্রে নিরাপদ স্থানে সংরক্ষণ করতে হবে।

৩. **বিপজ্জনক:** এই ঝুঁকিচিহ্নযুক্ত উপাদানগুলি ব্যবহারের ক্ষেত্রে যথেষ্ট সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। এ ধরনের উপাদানকে সাধারণত কাচের পাত্রে সংরক্ষণ করা হয় এবং ব্যবহারের ক্ষেত্রে হাতে হ্যান্ড-গ্লাভস ও চোখে নিরাপদ চশমা ব্যবহার করা হয়।

৪. **তেজস্ক্রিয় রশ্মি:** এর প্রভাবে ক্যান্সারের ঝুঁকি থাকে শতভাগ। তাই এই ধরনের রশ্মির নির্গমন রোধে এসব উপাদানগুলিকে লেড ধাতুর আবরণের পাত্র বা প্যাকেটে সংরক্ষণ করা হয়। ব্যবহারের ক্ষেত্রে নিরাপদ দূরত্বে থেকে ব্যবহার করা, গায়ে প্রতিরোধক এপ্রোন ব্যবহার করা, বিশেষ কাচ দ্বারা প্রস্তুতকৃত চশমা ব্যবহার করা উচিত। কাজ শেষে অবশ্যই গোসল করে নিতে হবে।

উপরোক্ত সতর্কতাগুলি অবলম্বন করে উদ্দীপকের ঝুঁকিচিহ্নগুলোর ঝুঁকিসমূহ হতে পরিত্রাণ পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৪ ল্যাবে বিজ্ঞানী আবিষ্কারের জন্য বিভিন্ন যৌগ যেমন HNO_3, H_2SO_4, NaOH, HCHO ইত্যাদি ব্যবহার করেন এবং সংরক্ষণ করেন যেন পরিবেশ দূষণ না হয়। *[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]*

ক. কোয়ান্টাম সংখ্যা কী? ১
খ. $BeCl_2$ সরলরৈখিক কেন? ২
গ. উদ্দীপকের ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্য কীরূপে সংরক্ষণ করা যায় –ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের ব্যবহৃত উপাদান পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ –বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

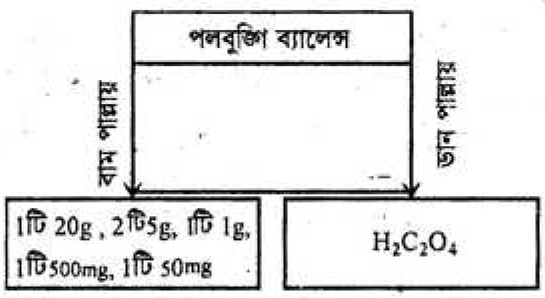
ক পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস, ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশকারী চারটি রাশিকে একত্রে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

খ $BeCl_2$ এর কেন্দ্রীয় পরমাণুতে যোজ্যতাস্তরে দুটি ইলেকট্রন থাকায় এটি সমযোজী বন্ধন গঠন করে। এখানে sp হাইব্রিডাইজেশন ঘটে। ফলে Be-Cl বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে সরলরৈখিক অণু গঠন করে। এদের আকৃতিতে কোনো পরিবর্তন হয় না, কারণ এক্ষেত্রে বহু-বন্ধনের কোনো প্রভাব নেই। এজন্য $BeCl_2$ এর সম্ভাব্য আকৃতি সরলরৈখিক হয়।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৩৫ উদ্দীপকটি লক্ষ কর:



[এখানে রাইডার বিমের 50টি দাগ আছে]

[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

ক. প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ কি? ১
খ. H_3PO_3 এর ক্ষারকত্ব দুই কেন? ২
গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়ায় অবশিষ্ট সমতাবিধানের জন্য নিক্তির বিমের ডানদিকে 10mg ভরবিশিষ্ট রাইডারকে 25 দাগ পর্যন্ত সরাতে হলে ডান পাল্লায় নমুনার ওজন কত? ৩
ঘ. নমুনা ওজন মাপতে উদ্দীপকের ব্যালেন্স ও ডিজিটাল ব্যালেন্সের মধ্যে কোনটি বেশি সুবিধাজনক এবং কেন?- বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যেসব পদার্থ প্রকৃতিতে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় এবং ঐ পদার্থ বা তার দ্রবণ বায়ুর কোন উপাদান (জলীয় বাষ্প, O_2, CO_2) দ্বারা আক্রান্ত হয় না বলে দীর্ঘদিন যাবৎ দ্রবণের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে সেসব পদার্থকে প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে।

খ কোনো এসিড যতটি এক অম্লীয় ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে সেই সংখ্যাকেই ঐ এসিডের ক্ষারত্ব বলে।

$H_3PO_3 + 2NaOH \longrightarrow Na_2HPO_3 + 2H_2O$

যেহেতু বিক্রিয়াটিতে H_3PO_3 এসিডটি দুইটি NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করেছে, এজন্য এর ক্ষারকত্ব দুই।

গ এখানে, রাইডার ধ্রুবক $= \frac{২ \times \text{রাইডারের ভর}}{\text{রাইডারের ভাগ সংখ্যা}}$

$= \frac{2 \times 10 \times 10^{-3}}{50}$ g

$= 4 \times 10^{-4}$ g

নমুনার ওজন = বাটখারার ভর + রাইডার পাঠ

= বাটখারার ভর + বাইডার ধ্রুবক × রাইডার কর্তৃক অতিক্রান্ত ভাগ সংখ্যা

$= \{20 + (2 \times 5) + 5 + 500 \times 10^{-3} + 50 \times 10^{-3}\} + (25 \times 4 \times 10^{-4})$

$= 35.56$ g

ঘ উদ্দীপকের ব্যালেন্সটি হলো পলবুজি ব্যালেন্স। উদ্দীপকের ব্যালেন্স ও ডিজিটাল ব্যালেন্সের মধ্যে ডিজিটাল ব্যালেন্স ব্যবহার করা বেশি সুবিধাজনক। নিম্নে কারণসহ বিশ্লেষণ করো হলো—

পল-বুজি ব্যালেন্স নির্ণয়ের ক্ষেত্রে বিভিন্ন ভরের বাটখারা যেমন— 1 গ্রাম, 2 গ্রাম, 5 গ্রাম, 10 গ্রাম, 250 গ্রাম ইত্যাদি প্রয়োজন হয়। অনেক সময় মরিচা বা অন্য কোনো কারণে বাটখারা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে গেলে ওজন সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব হয় না। ফলে পল-বুজি ব্যালেন্স ব্যবহার তেমন সুবিধাজনক নয়।

অপরদিকে ডিজিটাল ব্যালেন্স এর সাহায্যে যে কোনো বস্তুর ওজন সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায়। সাধারণ রাফ ওজন নেওয়ার জন্য 2 ডিজিটের ব্যালেন্স ব্যবহার করাই উত্তম। কিন্তু খুব অল্প পরিমাণ রাসায়নিক উপাদান পরিমাপের ক্ষেত্রে বিশেষ করে অ্যানালাইটিক্যাল কাজের ক্ষেত্রে খুব সংবেদনশীল মাইক্রো অ্যানালাইটিক্যাল ব্যালেন্স ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এক্ষেত্রে 4-ডিজিট ব্যালেন্স ব্যবহার করা ভালো। ল্যাবরেটরিতে সাধারণত 2-ডিজিট ব্যবহার করা হয়ে থাকে। বিভিন্ন ঘনমাত্রায় প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতির ক্ষেত্রে যে পরিমাণে উপাদানের ওজন করা প্রয়োজন হয় সে কাজের জন্য দশমিকের পর দুই ঘর পর্যন্ত ওজন নিলেই যথেষ্ট হয় বলে 2-ডিজিট ব্যালেন্স ল্যাবরেটরিতে বেশি ব্যবহার হয়। 2-ডিজিট ব্যালেন্স প্রায় সকলেই অতি সহজেই ব্যবহার করতে পারে। এটি পল-বুজি ও 4-ডিজিটের ব্যালেন্স অপেক্ষা দামেও সস্তা এবং ব্যবহার পদ্ধতিও সহজ। এ কারণে ব্যবহারের ক্ষেত্রে 2-ডিজিটের ব্যালেন্স অধিক সুবিধাজনক।

প্রশ্ন ▶ ৩৬ টাইট্রেশন করার উদ্দেশ্যে একজন ছাত্র নিম্নরূপ গ্লাস সামগ্রী ব্যবহার করে Na_2CO_3 এর প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করল। এরপর উক্ত প্রমাণ দ্রবণের 10mL মেপে নিয়ে টাইট্রেশনের জন্য প্রস্তুত করল।



[পুলিশ লাইন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহৃত হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত কাজ সম্পাদনের জন্য চিত্রের কোন কোন গ্লাস সামগ্রী ব্যবহৃত হল? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. "টাইট্রেশনের জন্য উদ্দীপকে প্রদর্শিত গ্লাস সামগ্রীসমূহ যথেষ্ট নয়।" উক্তিটির যথার্থতা নিরূপণ কর। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)

(ইটের মত লাল)

গ উদ্দীপকে ছাত্রটি Na_2CO_3 এর প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করেছে। উক্ত কাজ সম্পাদনের জন্য কনিক্যাল ফ্লাস্কে একটি নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রাবক নিয়ে উক্ত দ্রাবকে পিপেটের সাহায্যে নির্দিষ্ট পরিমান Na_2CO_3 যৌগ মিশ্রিত করা হয়। ফলে Na_2CO_3 এর প্রমাণ দ্রবণ তৈরি হয়।

উক্ত উদ্দীপকে A, B, C চিত্রে যথাক্রমে কনিক্যাল ফ্লাক্স, পিপেট ও আয়তনিক ফ্লাক্স রয়েছে যাদের মধ্যে কনিক্যাল ফ্লাস্ক ও পিপেট ব্যবহারের মাধ্যমে Na_2CO_3 এর প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুত করা হয় এবং উক্ত প্রস্তুত দ্রবণের 10mL আয়তনিক ফ্লাক্স রাখা হয় পরবর্তীতে টাইট্রেশনে ব্যবহারের জন্য।

ঘ টাইট্রেশন প্রক্রিয়ায় টাইট্রেশনের পূর্বে প্রথমে কনিক্যাল ফ্লাস্কে পিপেটের সাহায্যে একটি নির্দিষ্ট আয়তনের জানা অথবা অজানা ঘনমাত্রার দ্রবণ নিয়ে প্রয়োজনমতো নির্দেশক যোগ করা হয়। এবার কনিক্যাল ফ্লাস্কে গলায় টান হাতে ধরে এটিকে খাড়া ব্যুরেটের তলায় নিয়ে বুরেট থেকে অপর একটি বিক্রিয়ক দ্রবণ যোগ করে কনিক্যাল ফ্লাস্কের মিশ্রণকে চক্রাকারে ঘুরায়ে টাইট্রেশন করা হয়। এ প্রক্রিয়ায় ব্যুরেটে তরল পদার্থ নেয়ার জন্য ফানেলের প্রয়োজন হয়।

অর্থাৎ টাইট্রেশন প্রক্রিয়া সম্পন্নের জন্য উদ্দীপকে উল্লিখিত কনিক্যাল ফ্লাস্ক, পিপেট, আয়তনিক ফ্লাস্কের বাইরেও ব্যুরেট, ফানেল এর প্রয়োজন রয়েছে। অর্থাৎ প্রদর্শিত গ্লাসসমূহ যথেষ্ট নয়।

প্রশ্ন ▶ ৩৭

প্রচলিত পদ্ধতি	নমুনার ভর	নমুনার আয়তন
A	0.5–2.0 g	25–50 mL
B	50–200 mg	2–5 mL
C	5–20 mg	0.2–1 mL

[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

ক. নির্দেশক কী? ১

খ. রাইডার ধ্রুবক ০.০০১ গ্রাম বলতে কী বোঝ? ২

গ. A পদ্ধতিতে ব্যবহৃত গ্লাসসামগ্রী ও রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার বর্ণনা করো। ৩

ঘ. B ও C পদ্ধতির মধ্যে কোনটি অধিক সুবিধাজনক বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অম্ল-ক্ষারক টাইট্রেশনের সময় প্রশমন বিক্রিয়ার শেষ বিন্দু নির্ধারণের জন্য যেসব যৌগ ব্যবহার করা হয় তাদেরকে নির্দেশক বলে।

খ রাইডার ধ্রুবক ০.০০১ বলতে বোঝায় ঐ রাইডারটিকে শূন্য দাগ হতে প্রতি একঘর সরানোর জন্য বাটখারার ওজন ০.০০১ গ্রাম বৃদ্ধি পায়।

গ উদ্দীপকের A পদ্ধতিতে 0.05-2.0g নমুনা ব্যবহার করা হয় এবং নমুনার আয়তন ২য় 25-50 mL। অর্থাৎ এটি ম্যাক্রো-অ্যানালাইসিস।
এই পদ্ধতিতে গ্লাস সামগ্রী হিসেবে ব্যুরেট, পিপেট, আয়তনমিতিক ফ্লাস্ক, কনিক্যাল ফ্লাস্ক, বিকার ইত্যাদি গ্লাস সামগ্রী ব্যবহার করা হয়। মুখ দিয়ে পিপেট না টেনে পিপেট ফিলার ব্যবহার করতে হবে। ব্যবহারের পূর্বে ও পরে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ ও পাতিত পানি দিয়ে গ্লাসসামগ্রী রিনস করে নিতে হবে। এসবে তাপ প্রয়োগের সময় সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে যাতে সবদিক সমান উত্তপ্ত হয় এবং গ্লাস সামগ্রী কেটে না যায়।
রাসায়নিক দ্রব্য সতর্কতার সাথে পাত্রে ঢালতে হবে। এসিডে পানি যোগ না করে পানিতে অল্প-অল্প করে এসিড মিশিয়ে পাতলা করতে হবে। গায়ে এসিড বা ক্ষার পড়লে উপযুক্ত কেমিক্যাল দিয়ে ঐ স্থান ধুয়ে নিতে হবে। ব্যবহারের পর নির্দিষ্ট জায়গায় তা সংরক্ষন করতে হবে।

ঘ নমুনার ভর ও আয়তন এর পরিমাণ অনুযায়ী B ও C পদ্ধতি দুইটি যথাক্রমে সেমিমাইক্রো-অ্যানালাইসিস ও মাইক্রো-অ্যানালাইসিস। সেমি মাইক্রো অ্যানালাইসিসের মাধ্যমে অজানা লবণের অম্লীয় ও ক্ষারীয় মূলক সনাক্তকরণের মাধ্যমে লবণটি সনাক্ত করা যায়। যৌগে মৌলের শতকরা সংযুক্তি সম্পর্কেও ধারণা লাভ করা যায়।
অন্যদিকে বর্ণালী বিদ্যায় UV, IR, NMR, X-ray, Mass spectrum, ক্রোমাইটোগ্রাফি, HPLC ইত্যাদি বিশ্লেষণ রসায়নে মাইক্রো অ্যানালাইসিস পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।
সে.মি. মাইক্রো অ্যানালাইসিস পদ্ধতি ম্যাক্রো-অ্যানালাইসিসের মত কম সময় সাপেক্ষ ও পরিবেশ বান্ধব না হলেও এটি খুব সাধারণ ও কম ব্যায়বহুল। সে.মি. মাইক্রো অ্যানালাইসিস পদ্ধতি আমাদের আর্থিক অবস্থার সঙ্গে সংগতিপূর্ণ। এ পদ্ধতি ব্যবহারের পর্যাপ্ত জ্ঞান ও উপকরণের সহজলভ্যতার জন্য এটি বহুল পরিচিত। অন্যদিকে মাইক্রো পদ্ধতিতে স্বল্প পরিমাণ নমুনা ও দ্রাবকের কারণে অনেক ক্ষেত্রেই জটিলতার সৃষ্টি হয়।
সুতরাং B তথা সে.মি. মাইক্রো-অ্যানালাইসিস পদ্ধতি অধিক সুবিধাজনক।

প্রশ্ন ▶ ৩৮

ল্যাবে ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্য	মাইক্রো পদ্ধতি	সেমি মাইক্রো পদ্ধতি
i	ii	iii
NaOH		
NH_3		
HCl		

[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. ফাস্ট এইড বক্স কি? ১
খ. K_c এর মান কখনো শূন্য বা অসীম হতে পারে? ২
গ. উদ্দীপকের (ii) ও (iii) নং পদ্ধতির সুবিধা অসুবিধা লিখ। ৩
ঘ. উদ্দীপকের (i) এর দ্রব্যগুলোর সংরক্ষণ কৌশল এবং এগুলোর স্বাস্থ্য ও পরিবেশ ঝুঁকি আলোচনা কর। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ল্যাবরেটরিতে ছোটোখাটো দুর্ঘটনায় প্রাথমিক চিকিৎসার জন্য প্রয়োজনীয় উপকরণ সম্বলিত বক্সকে ফার্স্ট এইড বক্স বলে।

খ সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না। কারণ ভরক্রিয়া সূত্রমতে একটি সাধারণ উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_c = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]}$$

এক্ষেত্রে যদি K_c এর মান শূন্য হতে হয় তবে উৎপাদ C ও D এর মধ্যে হয় C এর ঘনমাত্রা, [C] না হয় D এর ঘনমাত্রা, [D] এর মধ্যে অন্তত একটিকে শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে শেষ হতে হবে। কিন্তু বাস্তবে তা কখনোই সম্ভব হয় না।
সুতরাং সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না।

গ ৯ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২(গ + ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৩৯ নিচের উদ্দীপক লক্ষ কর এবং নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:
একজন শিক্ষক তিনজন পরীক্ষার্থীকে নিম্নলিখিত বিভিন্ন ভরের $FeSO_4$ দিয়ে বিশ্লেষণ করতে বললেন —

১ম শিক্ষার্থী	0.2g
২য় শিক্ষার্থী	40 mg
৩য় শিক্ষার্থী	4mg

[চট্টগ্রাম কলেজ]

ক. শিখা পরীক্ষা কী? ১
খ. 3d সম্ভব হলে ও 3f সম্ভব নয় কেন? ২
গ. উদ্দীপক অনুসারে ২য় পরীক্ষার্থী $FeSO_4$ এর গুণগত বিশ্লেষণে যেসব যন্ত্রপাতি ও রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করেছে সেগুলোর নাম লিখ। ৩
ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ৩ জন পরীক্ষার্থী যেভাবে বিশ্লেষণ করেছে তা পরিবেশের উপর সমান প্রভাব ফেলবে কিনা আলোচনা কর। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শিখা পরীক্ষা হলো বুনসেন বার্নারের নীল শিখায় নমুনা ধাতব লবণকে উত্তপ্ত করে শিখার বর্ণ পর্যবেক্ষণ করে নমুনা ধাতুর আয়ন সনাক্ত করা।

খ 3d এর জন্য:
n = 3 হলে, l = 0, 1, 2
l = 0, 1, 2 হলে, s, p, d অরবিটাল হবে। ফলে 3d সম্ভব।
অপরদিকে, 3f-এর ক্ষেত্রে l এর মান 3 হতে হবে। কিন্তু এখানে l এর সর্বোচ্চ মান 2 হয়। ফলে 3f সম্ভব নয়।

গ উদ্দীপক অনুসারে ২য় পরীক্ষার্থী গুণগত বিশ্লেষণে সেমি মাইক্রো পদ্ধতি অবলম্বন করেছে।
নিম্নে তার ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও রাসায়নিক দ্রব্য দেওয়া হল-
যন্ত্রপাতি:
i. সেমিমাইক্রো টেস্টটিউব (8mL)
ii. সেন্টিফিউজ টিউব (3mL)
iii. সেন্টিফিউজ যন্ত্র
iv. বিকারক বোতল (30–125 mL)
v. ড্রপিং টিউব
vi. বিকার ড্রপার

ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্য:

i. অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NH_4OH)

ii. বেরিয়াম নাইট্রেট ($Ba(NO_3)_2$)

iii. হাইড্রোক্লোরিক এসিড HCl

বিক্রিয়া: $FeSO_4 + 2NH_4OH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + (NH_4)_2SO_4$

সবুজ অধঃক্ষেপ

$Ba(NO_3)_2 + FeSO_4 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + BaSO_4\downarrow$

সাদা অধঃক্ষেপ

ঘ উদ্দীপকে ১ম, ২য় ও ৩য় শিক্ষার্থী যথাক্রমে ম্যাক্রো, সেমিমাইক্রো ও মাইক্রো বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করে।

ম্যাক্রো বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে নির্গত বর্জ্যের পরিমাপ তুলনামূলক বেশি। এক্ষেত্রে ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্যাদির পরিমাণ বেশি (20 mL – 30 mL) হওয়ায় উৎপন্ন বর্জ্য বেশি তাই পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর।

সেমিমাইক্রো বিশ্লেষণে ব্যবহৃত রাসায়নিক পরিমাণ তুলনামূলক কম (2mL –4mL)। এছাড়াও এ পদ্ধতিতে H_2S এর পরিবর্তে CH_3CSNH_2 (থায়ো অ্যাসিটামাইড) ব্যবহার করা হয় বলে দূষণ তুলনামূলক কম হয়।

মাইক্রো পদ্ধতিতে ব্যবহৃত রাসায়নিকের পরিমাণ সর্বনিম্ন (0.2 mL – 1mL)। তাই নির্গত বর্জ্যের পরিমাণও কম। অর্থাৎ পরিবেশের দূষণ সর্বনিম্ন।

উপরোক্ত আলোচনা থেকে দেখা যায় যে মাইক্রো পদ্ধতিতে পরিবেশের উপর প্রভাব সর্বনিম্ন। কিন্তু এ পদ্ধতি বেশ ব্যয়বহুল হওয়াই সেমিমাইক্রো পদ্ধতি সাধারণত ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ▶ ৪০ গাঢ় H_2SO_4 | NH_4OH | $KMnO_4$ | $LiAlH_4$

[বেপজা পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. হ্যাজার্ড প্রতীক কী? ১

খ. ল্যাবরেটরিতে সেমি মাইক্রো অ্যানালাইটিক্যাল পদ্ধতি ব্যবহার উত্তম কেন? ২

গ. উদ্দীপকের যৌগসমূহের সংরক্ষণ পদ্ধতি আলোচনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের যৌগসমূহের অপরিমিত ব্যবহার মানব স্বাস্থ্য এবং পরিবেশের জন্য হুমকি স্বরূপ কিনা? বিশ্লেষণ কর। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিপদজ্জনক রাসায়নিক দ্রব্যের জন্য ব্যবহৃত সুনির্দিষ্ট সতর্কীকরণ চিহ্নকে হ্যাজার্ড প্রতীক বলে।

খ আর্থ সামাজিক বিবেচনায় সেমি মাইক্রো অ্যানালাইটিক পদ্ধতি অধিক উপযোগী। এতে খুব অল্প পরিমাণে রাসায়নিক দ্রব্য ও স্বল্প আয়তনের গ্লাস সামগ্রী ব্যবহৃত হয়। অর্থ ও সময়ের দিক থেকেও এ পদ্ধতিটি সুবিধাজনক।

গ ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪১ ল্যাবোরেটরিতে দুটি বীকারের একটিতে পাতলা HCl এবং অপর ছোটো একটিতে 0.09M Na_2CO_3 দ্রবণ রাখা ছিলো। জনৈক শিক্ষার্থী তার টাইট্রেশন কাজে 5mL 0.09M Na_2CO_3 দ্রবণ প্রশমনে ব্যবহৃত ঐ HCl এর আয়তন পেলো 7.4mL। এই পাঠ অন্যান্য শিক্ষার্থীর পাঠের চেয়ে ব্যতিক্রমী হওয়ার কারণ জানতে চাইলে শিক্ষক লক্ষ করলেন ঐ শিক্ষার্থীর টাইট্রেশন কাজের বুরেট মুখের ফানেলটি তখনো সরানো হয়নি। *[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]*

ক. পিকলিং কী? ১

খ. মোলাল দ্রবণ তাপমাত্রা নিরপেক্ষ—ব্যাখ্যা করো। ২

গ. শিক্ষার্থীর টাইট্রেশনে উক্ত HCl এর ঘনমাত্রা কতো পাওয়া গিয়েছিলো? ৩

ঘ. শিক্ষার্থীর টাইট্রেশনে ভুলের প্রকৃতি কেমন ছিলো? ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভিনেগার মৃদু অম্ল হওয়ায় খাদ্যবস্তু সংরক্ষণের সময় ইহা খাদ্যের চতুর্দিকে একটি পাতলা আবরণ তৈরি করে ব্যাকটেরিয়ার আক্রমণ প্রতিহত করে, একে পিকলিং বলে।

খ তাপমাত্রা পরিবর্তনের সঙ্গে দ্রবণের আয়তন পরিবর্তিত হয়, তাই আয়তনভিত্তিক দ্রবণের একক মোলারিটি পরিবর্তিত হয়। কিন্তু, তাপমাত্রার বৃদ্ধির সঙ্গে বস্তুর ভরের পরিবর্তন হয় না; তাই দ্রাবক ও দ্রব উভয়ই গ্রাম এককে প্রকাশিত দ্রবণের মোলালিটির ও পরিবর্তন ঘটে না। বর্তমানে দ্রবণের ঘনমাত্রা প্রকাশের জন্য মোলালিটি অধিক প্রচলিত। তাপমাত্রা পরিবর্তনে দ্রবণের মোলালিটি ঠিক থাকে; কিন্তু দ্রবণের মোলারিটির পরিবর্তন ঘটে। তাই মোলার দ্রবণ তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

গ Na_2CO_3 এর সাথে HCl এর বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$

দেওয়া আছে,

Na_2CO_3 এর মোলার ঘনমাত্রা $S_B = 0.09$ M

Na_2CO_3 এর আয়তন $V_B = 5$ mL

এবং

HCl এর আয়তন = 7.4 mL

ধরি, HCl এর ঘনমাত্রা S_A

সুতরাং,

$$2 \times V_AS_A = V_BS_B$$

$$\therefore S_A = \frac{V_BS_B}{2V_A} = \frac{5 \times 0.09}{2 \times 7.4} = 0.03M$$

$$V_AS_A = 2V_BS_B$$

$$\therefore S_A = \frac{2V_BS_B}{V_A} = \frac{2 \times 5 \times 0.09}{7.4} = 0.1216\ M$$

সুতরাং, HCl এর ঘনমাত্রা 0.03M পাওয়া গিয়েছিল।

ঘ টাইট্রেশন প্রক্রিয়ায় বুরেটে রাখা বিকারদের আদি আয়তন এবং শেষ আয়তন জানার মাধ্যমে কতটুকু আয়তনের বিকারক ব্যুরেটের নিচে রাখা বিকারের বিকারদের সাথে বিক্রিয়া করলো তা বের করা হয়। এ আয়তন জানার মাধ্যমে অজানা ঘনমাত্রা বের করা হয়ে থাকে। উদ্দীপকের জনৈক শিক্ষার্থী ভুলবশত ব্যুরেট মুখের ফানেলটি না সরানোর কারণে অতিরিক্ত কিছু ফোটা HCl বুরোটে এসে জমা হয় যা ব্যুরটের পাঠ নেয়ার সময় গৃহীত হয়েছে। যদিও সেই অতিরিক্ত HCl বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করেনি। ফলে শেষ পাঠ গ্রহণ করার সময় শিক্ষার্থী প্রকৃত পাঠের চেয়ে উপরের পাঠ লিপিবদ্ধ করেছে। অর্থাৎ HCl এর আয়তন 7.4 mL এর চেয়ে বেশি হবে। শিক্ষার্থীটি ল্যাবরেটরির বিভিন্ন যন্ত্রপাতি গ্লাসসামগ্রী ব্যবহার বিধি সঠিকভাবে না জানার কারণে এ ধরনের ভুল হয়েছে।

প্রশ্ন ▶ ৪২ পাত্র A $\longrightarrow$ H_2SO_4

পাত্র B $\longrightarrow$ NaOH

পাত্র C $\longrightarrow$ $LiAlH_4$

[এম.সি একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১

খ. 2d অরবিটাল অসম্ভব কেন? ২

গ. উদ্দীপকের উপাদানসমূহকে কীভাবে সংরক্ষণ করবে— ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উপরের যৌগসমূহের অপরিমিত ব্যবহার মানব স্বাস্থ্য ও পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ কিনা— বিশ্লেষণ কর। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ $n = 2$ হলে তা দ্বিতীয় প্রধান শক্তিস্তর

এখন, $n = 2$ হলে

$l = (n - 1)$ থেকে 0

$= 1, 0$

অর্থাৎ $l = 0, 1$.

আমরা জানি, $l = 0$ হলে উপশক্তিস্তর s

$l = 1$ „ „ p

ফলে ২য় প্রধান শক্তিস্তরে s ও p অরবিটাল সম্ভব। তাই 2d সম্ভব নয়।

গ ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৩ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



ক খ গ

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

ক. লিগ্যান্ড কী? ১

খ. কলয়েড কণার সুস্থিতি কীভাবে বিনষ্ট করা যায়—ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের ক ও গ প্রতীক সংরক্ষণ কৌশল—ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে নির্দেশিত হ্যাজার্ড প্রতীকগুলোর মধ্যে ঝুঁকির তুলনামূলক মাত্রা বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

খ কলয়েড কণার সুস্থিতি বিনষ্ট করার উপায় হলো—

i. দুটি বিপরীত আধানযুক্ত সলকে সমমোলার অনুপাতে মেশালে উভয়েরই কোয়াগুলেশন হবে।

ii. সাধারণভাবে ফুটিয়ে কোনো কোলয়েড দ্রবণকে কোয়াগুলেশন করা যায়।

iii. তড়িচ্ছালন প্রক্রিয়ার মাধ্যমেও কলয়েডের সুস্থিতি বিনষ্ট করা যায়।

গ উদ্দীপকের চিহ্নটি বৃত্তের উপর আগুনের শিখা যা দ্বারা জারক পদার্থকে বুঝানো হয়েছে।

জারক পদার্থ সংরক্ষণের কৌশল:

জারক পদার্থ হিসেবে গ্যাস হলো যেমন O_3 SO_2, H_2O_2, I_2 নিশ্ছিদ্রভাবে রাখা, কারণ, বিক্রিয়া করতে পারে এমন পাত্রে না রাখা। ব্যবহারের সময় হাতে দস্তানা চোখে নিরাপদ চশমা ও নাকে-মুখে মাস্ক ব্যবহার করা।

উদ্দীপকের গ চিহ্নটি হলো তেজস্ক্রিয় রশ্মি চিহ্ন। নিম্নে এর সংরক্ষণের কৌশল উল্লেখ করা হলো—

তেজস্ক্রিয় রশ্মি বের হতে না পারে এরকম ধরনের পুরু বা বিশেষ পাত্রে রাসায়নিক দ্রব্যাদি সংরক্ষণ করা। পরীক্ষা-নিরীক্ষা করার সময় নিরাপদ দূরত্ব বজায় রাখা। উপযুক্ত পোশাক পরিধান করে কাজ করা, চোখে বিশেষ ধরনের চশমা পরা ইত্যাদি।

ঘ ক প্রতীকটি হলো জারক পদার্থ নির্দেশিত চিহ্ন এবং গ প্রতীকটি হলো তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্দেশিত চিহ্ন।

খ প্রতীকটি হলো স্বাস্থ্য-ঝুঁকির চিহ্ন। নিম্নে এদের ক্ষতিকর প্রভাব উল্লেখ করা হলো—

- জারক গ্যাস নিঃশ্বাসে গেলে শ্বাসকষ্ট হতে পারে, তরল জারক ত্বকে লাগলে পুড়ে যেতে পারে।
- তেজস্ক্রিয় রশ্মি মানবদেহে বিকলাঙ্গ করে দিতে পারে এবং শরীরে ক্যান্সার সৃষ্টি করতে পারে।
- যেসব পদার্থের স্বাস্থ্য ঝুঁকি রয়েছে তাদের মধ্যে CO CO_2, NO_2, SO_2, NH_3, বিভিন্ন এসিড, $CHCl_3$, H_2O_2 ইত্যাদি অন্তর্ভুক্ত। দেহে শ্বাস সংক্রমণ ঘটাতে পারে, ক্যান্সার সৃষ্টি করতে পারে।

উল্লিখিত আলোচনার প্রেক্ষিতে এটাই বলা যায় উদ্দীপকের প্রতীক দ্বারা নির্দেশিত প্রত্যেকটি পদার্থই আমাদের জন্য মারাত্মক ঝুঁকিপূর্ণ।

প্রশ্ন ▶ ৪৪ শিক্ষক শ্রেণিকক্ষে মোলারিটি, নরমালিটি মোলালিটি সম্পর্কে পড়ানোর পর পরীক্ষাগারে রাসায়নিক দ্রব্যাদির ব্যবহার বিধি ও সতর্কতাসমূহ পড়ালেন। *[পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর]*

ক. ppm কি? ১

খ. সেমি মাইক্রো এনালাইসিস ও মাইক্রো এনালাইসিসের মধ্যে ২টি পার্থক্য দিন। ২

গ. 50mL 0.2M HCl কে ppm এককে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্য স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর কি ধরনের প্রভাব ফেলে ব্যাখ্যা কর? ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ppm(parts per million) হলো প্রতি million অর্থাৎ দশ লক্ষ ভাগ দ্রবণে বা প্রতি 10^6 অংশ দ্রবণে যত ভাগ অংশ দ্রব দ্রবীভূত থাকে।

খ সেমি মাইক্রো ও মাইক্রো অ্যানালাইসিসের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ—

i. সেমি মাইক্রো অ্যানালাইসিসে 50 mg/1mL পরিমাণ নমুনা নিয়ে নিরীক্ষণ করা হলেও মাইক্রো অ্যানালাইসিসে এই পরীক্ষাটি হয়ে থাকে 5 mg/0.1 mL এর মত।

ii. ম্যাক্রো অ্যানালাইসিসের সাথে সেমিমাইক্রো পদ্ধতির ব্যবহৃত নমুনা 10-20 গুণ কম ভরের হয়ে থাকে। যেখানে, মাইক্রো অ্যানালাইসিসে এটি 100-200 গুণ কম (যেমন স্পট অ্যানালাইসিস)।

গ দ্রবণে HCl এর পরিমাণ,

$$W = \frac{SMV}{1000}$$

$$\Rightarrow W = \frac{0.25 \times 36.5 \times 50}{1000}$$

$$\Rightarrow W = \frac{456.25}{1000}$$

$$\Rightarrow W = 0.45625 \text{ g}$$

এখানে,
$S = 0.25$ M
$M = 36.5$ g/mol
$V = 50$ mL

আবার, $W = (0.45625 \times 1000)$ mg

$= 456.25$ mg

কোনো দ্রবণের প্রতিলিটার দ্রবীভূত mg পরিমাণই হলো ppm।

$\therefore$ HCl এর ঘনমাত্রা $= 456.25$ ppm.

ঘ ল্যাবরেটরিতে সর্বাধিক ব্যবহৃত উল্লেখযোগ্য ৬টি রাসায়নিক পদার্থের স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর প্রভাব নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো।

১. **সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4):** এটি একটি মারাত্মক ক্ষয়কারী, তীব্র জারক ও তীব্র নিরুদক। চোখ, মুখ, শ্বাসনালীতে সংক্রমণ ও ত্বকের প্রদাহ সৃষ্টি করে। এমনকি ফুসফুসও আক্রান্ত হয়। পানিতে মিশলে পানির pH মানের দ্রুত হ্রাস ঘটে। জলজ প্রাণী ও উদ্ভিদের ইকোসিস্টেমের বিপর্যয় ঘটে। মাটির অণুজীবকে ধ্বংস করে থাকে।

২. **অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NH_4OH):** মারাত্মক শ্বাসকষ্ট গলা ও শ্বাসনালীতে ক্ষতের সৃষ্টি করে। পানিতে দ্রবীভূত হয়ে বিরূপ প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে। মাছসহ অন্যান্য জলজ প্রাণীদের মুহূর্তের মধ্যে মৃত্যু ঘটে। NH_3 গ্যাস হিসেবে বায়ুতে মিশে গেলে গাছপালা ঝলসে যায়, পাখিরা মরে যায়, মানুষ শ্বাস কষ্টে ভোগে এমন কী মৃত্যু হতে পারে।

৩. **পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$):** এটি একটি তীব্র ক্ষয়কারক, জারক ও বিষাক্ত উপাদান। ত্বকের সংস্পর্শে এসে ক্ষতের সৃষ্টি করে। পরিমাণ অধিক হলে মৃত্যুও হতে পারে। পানিতে দ্রবীভূত হলে মাছসহ অন্যান্য জলজ প্রাণীর বেঁচে থাকা কষ্টকর হয়। মাটির অণুজীবকে ধ্বংস করে।

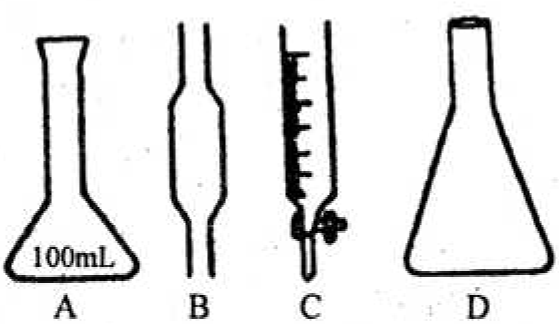
৪. **পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$):** এটি একটি তীব্র ক্ষয়কারক, জারক ও বিষাক্ত উপাদান। শরীরের ত্বকের সংস্পর্শে এসে ক্ষতের সৃষ্টি করে। এর প্রভাবে কিডনি সম্পূর্ণভাবে নিকৃষ্ট হয় পরিমাণ অধিক হলে মৃত্যুও হতে পারে। পানিতে দ্রবীভূত হলে মাছসহ অন্যান্য জলজ প্রাণীর বেঁচে থাকা কষ্টকর হয়।

৫. **নাইট্রিক এসিড (HNO_3):** মারাত্মক ক্ষয়কারী ও তীব্র জারক হওয়ায় ত্বকের প্রদাহ, চোখ-মুখ জ্বালাপোড়া করে। পানিতে মিশে মাছ ও অন্যান্য জলজ প্রাণীদের ডিম পাড়া এবং বংশ বিস্তারে বিঘ্ন ঘটায়।

৬. **বেনজিন (C_6H_6):** একটি স্নায়ুতন্ত্রে ও শ্বাসনালীর প্রদাহ সৃষ্টি করে। ত্বকের জন্য ক্ষতিকর, ক্যান্সার হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। উদ্বায়ী হওয়ায় দ্রুত বাতাসে ছড়িয়ে পড়ে। পরিবেশের ক্ষতি করে। উদ্ভিদের পাতার মেনব্রেনকে নষ্ট করে।

অতএব, উপরোক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে বলা যায়, আলোচিত যৌগসমূহের অপরিমিত ব্যবহার পরিবেশ ও স্বাস্থ্যের জন্য হুমকিস্বরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৫



[এস ও এস হারম্যান মেইনার কলেজ, ঢাকা]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১

খ. দেখাও যে দূর্বল এসিডের বিয়োজনমাত্রা উহার ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। ২

গ. A যন্ত্রটিকে ব্যবহার করে কিভাবে H_2SO_4 -এর ডেসিমোলার দ্রবণ তৈরি করবে? বর্ণনা কর। ৩

ঘ. B, C এবং D যন্ত্রকে আয়তনমিতিক বিশ্লেষণে ব্যবহার করা হয় —বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ মৃদু এসিডের বিয়োজন বিক্রিয়া

$$\begin{array}{ccccc} HA & \rightleftharpoons & H^+ & + & A^- \\ C(1-\alpha) & & \alpha C & & \alpha C \end{array}$$

ভরক্রিয়ার সূত্রানুসারে HA এসিডটির বিয়োজন ধ্রুবক K_a হলে

$$K_a = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[A]} = \frac{\alpha C \times \alpha C}{(1-\alpha)C}$$

$$= \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha}$$

মৃদু এসিডের জন্য α-এর মান খুবই কম এবং 1 এর তুলনায় নগন্য।

আমরা পাই, $K_a = \alpha^2 C$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{K_a} \cdot \frac{1}{\sqrt{C}}$$

∴ দুর্বল এসিডের বিয়োজন মাত্রা দ্রবণের মোলার ঘনমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।

গ ১১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৬ মি. পাতলু 4-ডিজিট ব্যালেন্স 2.0578g Na_2CO_3 এবং মি. মটু 2-ডিজিট ব্যালেন্স 3.24g$K_2Cr_2O_7$ নিয়ে পৃথকভাবে 100 mL আয়তনমিতিক ফ্লাস্কে নিয়ে প্রয়োজনীয় পরিমাণ পানি মিশিয়ে দ্রবণ তৈরি করল। *[বীরশ্রেষ্ঠ মুন্সী আব্দুর রউফ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]*

ক. প্রভাবক বিষ কী? ১

খ. HCl একটি পোলার যৌগ কেন? ২

গ. মি. পাতলুর প্রস্তুতকৃত দ্রবণটির ঘনমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কোন দ্রবণটি প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে অধিক গ্রহণযোগ্য? তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস প্রাপ্ত হয়, এমনকি বন্ধ হয়ে যায় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

খ HCl যৌগে Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.0 এবং H এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 2.1। সুতরাং তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.9 অধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব অধিক তড়িৎঋণাত্মক Cl পরমাণুর দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। ফলে Cl পরমাণুর আংশিক ঋণাত্মক ও H পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়।

$$H - Cl \longrightarrow \overset{\delta+}{H} - \overset{\delta-}{Cl}$$

বিপরীত মেরুযুক্ত প্রান্ত সৃষ্টি হয় বলে HCl পোলার যৌগ।

গ মি. পাতলুর প্রস্তুতকৃত দ্রবণের ঘনমাত্রা—

$$C = \frac{W \times 1000}{M \times V} = \frac{2.0570 \times 1000}{106 \times 100} = 0.194\ M\ \textbf{(Ans.)}$$

এখানে, $W = 2.0578g$, $M = 106g$, $V = 100mL$

ঘ 'গ' নং হতে প্রাপ্ত মি. পাতলুর তৈরি দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.194M।

মি. মটুর তৈরি দ্রবণের ঘনমাত্রা—

$$C = \frac{W \times 1000}{M \times V} = \frac{3.24 \times 1000}{294 \times 100} = 0.110\ M$$

এখানে, $W = 3.24g$, $M = 294g$, $V = 100mL$

উদ্দীপকের দ্রবণ দুটির ঘনমাত্রা জানা তাই এরা প্রমাণ দ্রবণ। আবার Na_2CO_3, $K_2Cr_2O_7$ উভয়ই প্রাথমিক স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। তাই উভয়কেই প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে এদের ব্যবহার করা যাবে। কিন্তু মি. পাতলু 4-ডিজিট ব্যালেন্স ও মি. মটু 2-ডিজিট ব্যালেন্সে ওজন পরিমাপ করে। আমরা জানি 4-ডিজিট ব্যালেন্সে কোনো পদার্থের ওজন অধিকতর সূক্ষ্মভাবে নেওয়া সম্ভব। এখানে বস্তুর প্রকৃত ওজন পাওয়া যায় এবং 1000 ভাগের এক ভাগ পর্যন্ত সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায়। অন্যদিকে 2-ডিজিট ব্যালেন্স সাধারণ উপাদান ওজন করায় ব্যবহৃত হয়। ফলে সঠিকভাবে সূক্ষ্মতর ওজন নির্ণয় সম্ভব হয় না।

তাই প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে মি. পাতলুর তৈরিকৃত দ্রবণ অধিকতর গ্রহণযোগ্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৭ ল্যাবরেটরীতে বহুল ব্যবহৃত কয়েকটি রাসায়নিক হলো NH_3 দ্রবণ, H_2SO_4, ধাতব Na -উদ্দীপকের আলোকে নিচের প্রশ্নগুলো উত্তর দাও : *[রানী ভবানী সরকারি মহিলা কলেজ, নাটোর]*

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. Cr(24) এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম কেন? ২

গ. ল্যাবরেটরীতে উল্লেখিত রাসায়নিক দ্রব্যগুলো কিভাবে সংরক্ষণ করা হয়? ৩

ঘ. উদ্দীপকের রাসায়নিক দ্রব্যগুলোর অধিক ব্যবহার পরিবেশ ও মানব সভ্যতার জন্য হুমকি সরূপ –বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ ক্রোমিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা হলো 24। ইলেকট্রন বিন্যাসে শেষ ইলেকট্রন d অরবিটালে প্রবেশ করে। Cr-এর আগের মৌলের ইলেকট্রন ইলেকট্রন বিন্যাস,

$$1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^4\ 4s^2$$

তাহলে নিয়ম অনুযায়ী Cr এর $3d^4$ হওয়ার কথা। কিন্তু আমরা জানি যে, অর্ধপূর্ণ ও পূর্ণ অরবিটালগুলো অধিক স্থিতিশীল হয়। এই স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষ্যে তাই Cr ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে $3d^4$ কনফিগারেশন না হয়ে $3d^5$ হয় ও 4s কনফিগারেশন $4s^1$ হয়ে যায়।

$$_{24}Cr \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$$

তাই, ক্রোমিয়াম ব্যতিক্রমধর্মী ইলেকট্রন বিন্যাস দেখায়।

গ ৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৮ একটি পল বুজি ব্যালেন্সের বামপাল্লায় Na_2CO_3 ভর্তি ওজন বোতল রেখে ডানপাল্লায় 10g, 5g, 2g, 500mg, 100mg, 50mg, 20mg ভরের বাটখারা চাপানো হলো। নিক্তির পয়েন্টারটি 'o' দাগে স্থির করার জন্য 5mg রাইডারটি বীমের 30 দাগে স্থাপন করা হয়েছে। 0.1M 250ml Na_2CO_3 দ্রবণ প্রস্তুতির জন্য পল বুজি ব্যালেন্সের সাহায্যে আয়তনিক ফ্লাস্কে 2.65g Na_2CO_3 নিতে গিয়ে 2.6180g নেওয়া হল। *[বান্দরবান ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]*

ক. গ্লাস সামগ্রি পরিষ্কার করতে সর্বোত্তম পরিষ্কারক হিসেবে কী ব্যবহৃত হয়? ১

খ. 10mg রাইডারের রাইডার ধ্রুবক 0.0002g বলতে কী বুঝ? ২

গ. প্রথম বোতলের ওজন নির্ণয় কর। ৩

ঘ. পল বুজি ব্যালেন্সের ওজন বোতলে ২য় ওজনের বাটখারাগুলি কী কী তাদের পরিমাণসহ লিখ। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্রোমিক এসিড, গাঢ় H_2SO_4 ও $K_2Cr_2O_7$ এর মিশ্রণ।

খ 10mg রাইডারের বাইডার ধ্রুবক 0.0002g বলতে যা বোঝায়– 10mg ভরের ঐ রাইডারটিকে শূন্য দাগ হতে প্রতি একঘর সরানোর জন্য বাটখারার ওজন 0.0002g হারে বৃদ্ধি পায়।

গ রাইডারটির ভর = 5mg

$$\therefore \text{রাইডার ধ্রুবক} = \frac{2 \times W}{R} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-3}}{100} = 0.0001g$$

$$\therefore \text{প্রথম বোতলের ওজন} = (10 + 5 + 2 + 0.5 + 0.1 + 0.05 + 0.02 - 30 \times 0.0001)g = 17.667g \quad \textbf{(Ans.)}$$

ঘ ওজন বোতলে ২য় ওজনের বাটখারাগুলি নিম্নে তুলে ধরা হল– নিক্তির ডানপাল্লায় 2g, 500mg, 100mg, 20mg ভরের বাটখারাগুলিকে ও রাইডারটি 20 দাগে স্থাপন করায় নিক্তির পয়েন্টারটি '0' দাগে স্থির হয়।

$$\therefore \text{ওজন} = (2 + 0.5 + 0.1 + 0.02 - 20 \times 0.0001)\ g = 2.6180g$$

প্রশ্ন ▶ ৪৯ বিশ্লেষণী রসায়নে কয়েকটি পদ্ধতি রয়েছে। যেমন–

i. মাইক্রো পদ্ধতি;

ii. সেমি মাইক্রো পদ্ধতি;

iii. টাইট্রেশন পদ্ধতি। *[পটুয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ, পটুয়াখালী]*

ক. Green Chemistry কী? ১

খ. খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণে বায়ুমুক্ত রাখা হয় কেন? ২

গ. iii নং পদ্ধতিটি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. i ও iii নং পদ্ধতি দুটির সুবিধা ও অসুবিধাগুলোর তুলনামূলক আলোচনা করো। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ বায়ু হলো খাদ্যদ্রব্য পঁচনের অন্যতম সহায়ক। কারণ, O_2 এর উপস্থিতিতে শ্বসন প্রক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং O_2 এর প্রতুলতা খাদ্যবস্তুতে কিছু কিছু অণুজীবের জৈবিক ক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে। আবার কৌটাজাতকরণের মাধ্যমে ধুলোবালি হতে খাদ্যবস্তুকে নিরাপদ রাখা যায়, সহজেই পরিবহন বা মজুদ করা যায়। এমনকি উন্নত বিশ্বে খাদ্য বস্তুতে ব্যবহৃত রাসায়নিক উপাদান এবং মেয়াদ সম্পর্কে ধারণা দেওয়াও কৌটাজাতকরণের অন্যতম উদ্দেশ্য। তাই বায়ু নিরোধ কৌটাজাতকরণের প্রধান উদ্দেশ্য নয়। তবে অন্যতম প্রধান হতে পারে।

গ ৯(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রথম অধ্যায়: ল্যাবরেটরির নিরাপদ ব্যবহার

১. কোনটির জন্য মাস্ক ব্যবহার আবশ্যক? [অনুধাবন]
ক ইথানয়িক এসিড
খ আর্সেনিক অ্যামাইড
গ পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড
ঘ ন্যাপথালিন — ঘ

২. কখন নিরাপত্তা চশমা পরিধান আবশ্যিক কর্তব্য? [জ্ঞান]
ক দ্রবণ প্রস্তুতিতে
খ রাসায়নিক বস্তুর ওজন গ্রহণ কালে
গ রাসায়নিক পদার্থ উদ্বায়ী হলে
ঘ যন্ত্রপাতি পরিষ্কারকরণের প্রাক্কালে — গ

৩. কোন গ্যাস আমাদের রক্তের হিমোগ্লোবিনের সাথে ক্রিয়া করে? [জ্ঞান]
ক NH_3 খ Cl_2
গ SO_2 ঘ CO — ঘ

৪. কোনটি ত্বকে শোষিত হয়? [জ্ঞান]
ক ফসফরাস খ জিংক
গ NaCl ঘ আর্সেনিক — ঘ

৫. PVC গ্লাভস কোন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়? [জ্ঞান]
ক সংক্রামক পদার্থ
খ অম্ল, ক্ষারসহ মৃদু ক্ষয়কারী পদার্থ
গ জৈব দ্রাবক
ঘ কাচ সামগ্রী ধৌত করণ — খ

৬. কোন গ্যাসটিতে ঝাঁঝালো গন্ধ আছে? [জ্ঞান]
ক NH_3 খ SO_2
গ H_2S ঘ HCl — ক

৭. কোন গ্যাসটির গন্ধ পঁচা ডিমের মত? [জ্ঞান]
ক NH_3 খ SO_3
গ H_2S ঘ HCl — গ

৮. ল্যাবরেটরিতে As, Ag, Pb প্রভৃতি বিষাক্ত পদার্থ নিয়ে কাজ করতে কোনটি আবশ্যক? [অনুধাবন]
ক এপ্রন খ গগলস
গ মাস্ক ঘ গ্লাভস — ঘ

৯. Disposable হ্যান্ডগ্লাভসগুলো কী ধরনের ফাইবার দিয়ে তৈরি? [অনুধাবন]
ক সেলুলোজিক
খ ন্যাচারাল বিউটাইল রাবার
গ নাইট্রাইল ঘ পলিস্টাইরিন — গ

১০. ল্যাবরেটরিতে কোন ধরনের হ্যান্ডগ্লাভস ব্যবহার করা উত্তম? [জ্ঞান]
ক Non Disposable খ Disposable
গ Nylon ঘ Polyster — খ

১১. কোন পদার্থটি তুলনামূলক নিরাপদ? [জ্ঞান]
ক Ag খ Cu
গ Pb ঘ As — খ

১২. লেসাইন পরীক্ষার নিরাপত্তার জন্য কোনটি ব্যবহার করা উচিত? [অনুধাবন]
ক রঙ্গিন গ্লাস খ হ্যান্ড গ্লাভস
গ মাস্ক ঘ সিনথেটিক এপ্রন — গ

১৩. কোনটি ফুসফুসের ক্ষতি করে? [জ্ঞান]
ক HCl খ CH_3OH
গ CH_3COOH ঘ C_6H_6 — ক

১৪. কোনটির ক্ষেত্রে ক্রস (×) চিহ্ন ব্যবহৃত হত? [জ্ঞান]
ক NH_3 খ H_2O_2
গ $BaCl_2$ ঘ $AgNO_3$ — গ

১৫. 

যন্ত্রটির নাম কি? [ঢাকা বোর্ড-২০১৫] [অনুধাবন]
ক ব্যুরেট খ পিপেট
গ মাপন সিলিন্ডার ঘ কনিক্যাল ফ্লাস্ক — খ

১৬. ব্যুরেটের সাহায্যে সর্বনিম্ন কত আয়তন মাপা যায়? [জ্ঞান]
ক $0.1\ cm^3$ খ $0.5\ cm^3$
গ $1\ cm^3$ ঘ $1.5\ cm^3$ — ক

১৭. ব্যুরেটের সাহায্যে সর্বনিম্ন কত আয়তন পরিমাপ করা যায়? [চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫] [জ্ঞান]
ক $0.01\ mc^3$ খ $0.1cm^3$
গ $0.5cm^3$ ঘ $1.0cm^3$ — খ

১৮. কোনটি কোমল গ্লাস নির্মিত? [জ্ঞান]
ক পিপেট খ আয়তনিক ফ্লাস্ক
গ গোলতলী ফ্লাস্ক ঘ কনিক্যাল ফ্লাস্ক — ক

১৯. কাচের যন্ত্রপাতি ক্ল্যাম্পিং করার সময় কোনটি ব্যবহার করা উচিৎ? [জ্ঞান]
ক কাগজ খ স্পঞ্জ প্যাড
গ গ্রীজ ঘ অ্যাসবেস্টস নীট — খ

২০. লিবিগ শীতকে সম্পন্ন প্রক্রিয়া কোনটি? [জ্ঞান]
ক ঘনীভবন খ বাষ্পীভবন
গ কেলাসন ঘ পাতন — ক

২১. ফায়ার পলিশিং কোন ক্ষেত্রে প্রযোজ্য? [জ্ঞান]
ক নিরাপদ চশমা খ হ্যান্ড গ্লাভস
গ এপ্রন ঘ গ্লাস টিউব — ঘ

২২. ফায়ার পলিশিং-এ উচ্চতাপমাত্রা দরকার হয় কেন? [অনুধাবন]
ক কাচের গলনাংক অনেক বেশি
খ কম তাপমাত্রায় O_2 কাচের সাথে বিক্রিয়া করে না
গ কম তাপমাত্রায় কাচ ভঙ্গুর থাকে
ঘ কাচের পৃষ্ঠটান অনেক বেশি — ক

২৩. কোন যন্ত্রটি পাইরেক্স গ্লাসের তৈরি? [জ্ঞান]
ক) টেস্ট টিউব খ) গ্লাস রড
গ) রেত ঘ) পিপেট **ঘ**

২৪. ল্যাবরেটরির মেঝে পরিষ্কারকরণে ব্যবহৃত হয় কোনটি? [জ্ঞান]
ক) ডিটারজেন্ট খ) Na_2CO_3 দ্রবণ
গ) কস্টিক সোডা
ঘ) ক্রোমিক এসিড মিশ্রণ **ক**

২৫. ক্রোমিক এসিডের সাহায্যে কাচপাত্র পরিষ্কার করার সময় কোন ধরনের বিক্রিয়া ঘটে? *[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫]* [অনুধাবন]
ক) বিজারণ খ) প্রতিস্থাপন
গ) জারণ ঘ) প্রশমন **গ**

২৬. ক্রোমিক এসিড মিশ্রণ কী? [অনুধাবন]
ক) $K_2Cr_2O_7$
খ) $Na_2Cr_2O_7 + HCl$
গ) $K_2Cr_2O_7 + Na_2Cr_2O_7$
ঘ) $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ **ঘ**

২৭. সর্বোত্তম পরিষ্কারক হিসাবে ল্যাবরেটরীতে কোনটি ব্যবহৃত হয়? *[বরিশাল বোর্ড-২০১৫]*
ক) ডিটারজেন্ট খ) সোডা
গ) ক্রোমিক এসিড ঘ) সাবান **গ**

২৮. 30 ml দ্রবণে কত গ্রাম $AlNO_3$ দ্রবীভূত থাকলে ঘনমাত্রা হবে 0.1M? *[ইসলামিয়া বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ, চট্টগ্রাম]* [প্রয়োগ]
ক) 0.786g খ) 0.876g
গ) 0.687g ঘ) 0.678g **গ**

২৯. ক্রোমিয়ামের ক্যান্সার-সৃষ্টি বৈশিষ্ট্যের কারণ কোনটি? [অনুধাবন]
ক) এটি অবস্থান্তর ধাতু
খ) Cr এর পরিবর্তনশীল যোজ্যতা
গ) ক্রোমিয়ামের উচ্চ যোজ্যতা
ঘ) ক্রোমিয়ামের ধাতু বৈশিষ্ট্য **গ**

৩০. রাজঅম্ল —— *[লালমনিরহাট সরকারি কলেজ, লালমনিরহাট]* [জ্ঞান]
ক) গাঢ় HCl ও গাঢ় HNO_3 -এর 2:3 আনুপাতিক মিশ্রণ
খ) গাঢ় HCl ও লঘু HNO_3 -এর 1:3 আনুপাতিক মিশ্রণ
গ) লঘু HCl ও গাঢ় HNO_3 -এর 2:3 আনুপাতিক মিশ্রণ
ঘ) গাঢ় HCl ও গাঢ় HNO_3 -এর 1:3 আনুপাতিক মিশ্রণ **ঘ**

৩১. কাচের যন্ত্র জীবাণু মুক্ত করতে ব্যবহৃত হয়? *[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]* [জ্ঞান]
ক) গাঢ় HCl খ) পাতিত পানি
গ) ইথানল ঘ) নাইট্রিক এসিড **গ**

৩২. ব্যুরেট পরিষ্কার করতে কোন পরিষ্কারটি ব্যবহৃত হয়? *[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
ক) ক্রোমিক এসিড খ) সাবান
গ) ডিটারজেন্ট
ঘ) সোডিয়াম বাইকার্বোনেট **ক**

৩৩. কোনটি উদ্বায়ী? [জ্ঞান]
ক) C_6H_6 খ) NaCl
গ) $PbCl_2$ ঘ) $MgCl_2$ **ক**

৩৪. কোনটিকে রসায়নের কেন্দ্রবিন্দু বলা হয়? [জ্ঞান]
ক) ল্যাবরেটরি খ) ক্লাসরুম
গ) শিল্প কারখানা ঘ) বিজ্ঞানমেলা **ক**

৩৫. পল-বুজ্জি ব্যালেন্সের জন্য নয় কোনটি? *[যশোর বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
ক) Tare খ) Pointer
গ) Rider ঘ) Agate Plate **ক**

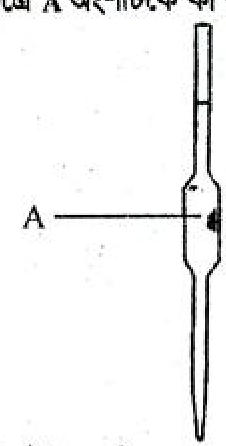
৩৬. কোনটি নিরুদক পদার্থ? *[মোহাম্মদপুর প্রিপারেটরি স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]* [জ্ঞান]
ক) PH_3 খ) HNO_3
গ) P_2O_5 ঘ) SO_2 **গ**

৩৭. ল্যাবে কোনটি দ্রুত শুষ্কীকারক? [অনুধাবন]
ক) অ্যাসিটোন খ) CuO
গ) মাইক্রোওভেন ঘ) H_2SO_4 **ঘ**

৩৮. প্রমাণ দ্রবণ তৈরি করতে কোনটি ব্যবহৃত হয়? [জ্ঞান]
ক) বুরেট খ) পিপেট
গ) কনিক্যাল ফ্লাস্ক ঘ) আয়তনমিতিক ফ্লাস্ক **ক**

৩৯. কোনটি প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ? *[যশোর বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
ক) Na_2CO_3 খ) HCl
গ) NaOH ঘ) $KMnO_4$ **ক**

৪০. চিত্রে A অংশটিকে কী বলা হয়? [অনুধাবন]



ক) স্টপ কর্ক খ) কাচ নল
গ) ভাল্ব ঘ) পিপেট **গ**

৪১. কোনটি দ্রবণ মাপতে ব্যবহৃত হয়? [জ্ঞান] *[মোহাম্মদপুর প্রিপারেটরি স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]*
ক) ব্যুরেট খ) পিপেট
গ) কর্ক ঘ) বার্নার **খ**

৪২. P_2O_5 দ্বারা কোনটিকে শুষ্ক করা যাবে না? *[সরকারি আজিজুল হক কলেজ, বগুড়া]* [অনুধাবন]
ক) NH_3 খ) CO_2
গ) HCl ঘ) SO_2 — গ

৪৩. স্পিরিট ল্যাম্পে জ্বালানী হিসেবে কোনটি ব্যবহৃত হয়? [জ্ঞান]
ক) ডিজেল খ) কেরোসিন
গ) স্পিরিট ঘ) অ্যালকোহল — গ

৪৪. জাইলিনের সংকেত কোনটি? [জ্ঞান]
ক) $C_6H_5-CH_3$ খ) $C_6H_4-(CH_3)_2$
গ) $C_6H_3(CH_3)_3$ ঘ) C_6H_6 — খ

৪৫. কোনটি নিরাপদ? [অনুধাবন]
ক) বেনজিন খ) 2-বিউটানল
গ) টলুইন ঘ) জাইলিন — গ

৪৬. কোন ল্যাবরেটরী বিকারকটি ক্ষয়কারক? *[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫]* [অনুধাবন]
ক) Na_2CO_3 খ) NaCl
গ) H_2SO_4 ঘ) $Na_2S_2O_3$ — গ

৪৭.



• চিহ্নবিশিষ্ট কোন ধরনের? *[ঢাকা বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
ক) বিস্ফোরক খ) দাহ্য তরল
গ) বিপদজ্জনক ঘ) জারণ — ঘ

৪৮. সালফারের কোন যৌগটি এসিড বৃষ্টির জন্য দায়ী? *[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
ক) Na_2S খ) H_2S
গ) CS_2 ঘ) SO_2 — ঘ

৪৯. মানব দেহের জন্য ক্ষতিকর কোনটি? [জ্ঞান]
ক) Na, Mg, K খ) N_2, O_2, H_2
গ) He, Ne, Ar ঘ) As, Pb, Hg — ঘ

৫০. ত্বকে এসিড লাগলে কোনটি ব্যবহার করা শ্রেয়? [জ্ঞান]
ক) 5% NaOH খ) 5% $NaHCO_3$
গ) 5% CH_3COOH ঘ) 5% $Mg(HCO_3)_2$ — খ

৫১. Disposable হ্যান্ডগ্লাভস — [অনুধাবন]
i. অত্যধিক পঁচনশীল
ii. দাহ্যতা কম
iii. ত্বকের এলার্জি সৃষ্টি করে না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ঘ

৫২. NH_3 গ্যাস— [প্রয়োগ]
i. অধিক ক্ষারীয়
ii. চোখের অ্যাকুয়াস হিউমারের সাথে বিক্রিয়া করে
iii. অধিক অম্লীয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ক

৫৩. $S + O_2 \xrightarrow{\Delta} SO_2\uparrow$
$Fe_2O_3 + 3C \xrightarrow{\Delta} 2Fe + 3CO\uparrow$
$FeS + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2S\uparrow$
$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow HCl\uparrow + NaHSO_4$
$2HCl + F_2 \longrightarrow 2HF + Cl_2\uparrow$
ল্যাবরেটরিতে প্রদত্ত বিক্রিয়া হতে যে সব সাবধানতায় প্রয়োজন হবে — [উচ্চতর দক্ষতা]
i. এপ্রন ii. হ্যান্ড গ্লাভ্‌স
iii. মাস্ক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — খ

৫৪. মাত্রিক বিশ্লেষণে নিখুঁত আয়তন পরিমাপে — [অনুধাবন]
i. মেজারিং সিলিন্ডার অনুপোযোগী
ii. ব্যুরেটে 0.1 cm^3 পর্যন্ত মাপা যায়
iii. মাপন ফ্লাস্ক ব্যবহার করা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ক

৫৫. ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত টেস্টটিউব, বীকার, ফানেল—[অনুধাবন]
i. সাধারণ গ্লাসের তৈরি
ii. অধিক তাপসহিষ্ণু
iii. ভঙ্গুর প্রকৃতির
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — খ

৫৬. ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত মাস্ক— [অনুধাবন]
i. সকল গ্যাস প্রবেশে বাধা দেয়
ii. মুখের নিরাপত্তা প্রদান করে
iii. চারকোল দিয়ে তৈরি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ঘ

৫৭. টপলোড ডিজিটাল ব্যালেন্সের — [অনুধাবন]
i. কার্যবিধি সবগুলোর একই
ii. ভর পরিমাপের সূক্ষ্মতা (0.1 – 0.0001 g)
iii. ল্যাবরেটরিতে ব্যবহার সবচেয়ে বেশি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — খ

৫৮. **Standard flask বলতে কী বুঝায়?** *[পুলিশ লাইন্স স্কুল অ্যান্ড কলেজ, রংপুর]*
i. নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ তৈরি করা যায়
ii. জানা ঘনমাত্রায় দ্রবণ তৈরি করা যায়
iii. যেকোন ধরনের দ্রবণ তৈরি করা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **ঘ**

৫৯. **কনিক্যাল ফ্লাস্ক ব্যবহার করার সময় —** [অনুধাবন]
i. ব্যুরেটের বাম হাতে ধরে ডান হাত দিয়ে ব্যুরেটের ছিপি নিয়ন্ত্রণ করা হয়
ii. ফাস্ককে এমন ভাবে ঝাঁকাতে হবে যাতে সমস্ত তরল সুষমভাবে আলোড়িত হয়
iii. ব্যুরেটের সরু প্রান্ত যাতে কনিক্যাল ফাস্ককে আঘাত না করে সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **গ**

৬০.  **যৌগটি —**[প্রয়োগ]
i. উদ্বায়ী পদার্থ
ii. একটি উৎকৃষ্ট জৈব দ্রাবক
iii. স্বাস্থ্যের জন্য ক্ষতিকর
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **ঘ**

৬১. **CH_3Cl যৌগটি—** [উচ্চতর দক্ষতা]
i. উদ্বায়ী ii. ভালো পরিষ্কারক
iii. শরীরের জন্য ক্ষতিকর
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **খ**

৬২. **টাইট্রেশনে ব্যবহৃত হয়—**[অনুধাবন]
i. মেজারিং সিলিন্ডার ii. পিপেট
iii. কনিক্যাল ফাস্ক
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **গ**

৬৩. **ব্যুরেটকে ক্রোমিক এসিড দিয়ে—** [প্রয়োগ]
i. তৈলাক্ত পদার্থ দূরীভূত করা হয়
ii. রিনসকরণে তৈলাক্ত পদার্থ দূর হয়
iii. ধৌতকরণে কাচের কোন ক্ষতি হয় না
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **ক**

৬৪. **টাইট্রেশনে ব্যবহৃত ব্যুরেটের—**[অনুধাবন]
i. আয়তন 50 mL পর্যন্ত হয়
ii. ব্যবহারের পূর্বে ক্রোমিক এসিড দ্বারা ওয়াশ করতে হয়
iii. অভ্যন্তরে গ্রীজ ব্যবহার করতে হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **ক**

৬৫. **কনিক্যাল ফাস্ক —**[অনুধাবন]
i. ছোট গলাযুক্ত গোলতলা বিশিষ্ট
ii. টাইট্রেন্ট রাখার জন্য বিশেষ পাত্র
iii. ব্যবহারের পর অবশ্যই পানি দ্বারা ধৌত করা প্রয়োজন
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **খ**

৬৬. **কনিক্যাল ফ্লাস্ক ব্যবহার করার সময় —** [অনুধাবন]
i. ব্যুরেটের বাম হাতে ধরে ডান হাত দিয়ে ব্যুরেটের ছিপি নিয়ন্ত্রণ করা হয়
ii. ফাস্ককে এমন ভাবে ঝাঁকাতে হবে যাতে সমস্ত তরল সুষমভাবে আলোড়িত হয়
iii. ব্যুরেটের সরু প্রান্ত যাতে কনিক্যাল ফাস্ককে আঘাত না করে সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **গ**

৬৭. **গাঢ় এসিড —**[প্রয়োগ]
i. পানিগ্রাহী
ii. জলীয় বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে
iii. পরীক্ষাগারের রাখার অনুপোযোগী
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **ক**

৬৮. **রাসায়নিক পদার্থ স্থানান্তরে ব্যবহৃত হয় —** [অনুধাবন]
i. কঠিন হলে স্পেচুলা ii. তরল হলে ড্রপার
iii. গ্যাস হলে স্টপার
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **ক**

৬৯. **চোখের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকারক পদার্থ —** *[লালমনিরহাট সরকারি কলেজ, লালমনিরহাট]* [অনুধাবন]
i. সোডিয়াম ii. অ্যালকোহল
iii. H_2SO_4
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii **গ**

৭০. ত্বকে H_2SO_4 লাগলে— [প্রয়োগ]
i. প্রচুর পানি দ্বারা ধুতে হবে
ii. 5% ইথানয়িক এসিড দ্বারা ধুতে হবে
iii. 5% সোডিয়াম বাই কার্বনেট ব্যবহার করতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **খ**

উদ্দীপকটি পড়ে ৭১ ও ৭২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
রঙ্গিন বোতলে রাখা A কেমিক্যাল ব্যবহার করার পর রিপন বোতলের কর্ক খোলা রেখেছিল। তার ফলশ্রুতিতে কিছুক্ষণ পরও সে শ্বাসকষ্ট অনুভব করেন।

৭১. A কেমিক্যালটি কী হতে পারে? [অনুধাবন]
ক বেনজিন খ টলুইন
গ ক্লোরোফর্ম ঘ জাইলিন **গ**

৭২. A কেমিক্যালটি— [উচ্চতর দক্ষতা]
i. পাতিত পানি যোগেও দূর হয়
ii. জৈব যৌগ
iii. ব্যবহারের পর ক্রোমিক এসিড দিয়ে ধুতে হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

উদ্দীপকটি পড়ে ৭৩ ও ৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
এসিড ক্ষার টাইট্রেশনের সময় রাজেশ কনিক্যাল ফ্লাস্কে X যৌগ এবং ব্যুরেটে সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ HCl ব্যবহার করল এবং সর্বশেষে মিথাইল অরেঞ্জ যুক্ত করল।

৭৩. রাজেশ কনিক্যাল ফ্লাস্কে কোনটি নিবে? [অনুধাবন]
ক NaCl খ Na_2CO_3
গ H_2CO_3 ঘ H_2O **খ**

৭৪. রাজেশের শেষে যোগকৃত পদার্থ —[উচ্চতর দক্ষতা]
i. একটি নির্দেশক ii. ফোঁটা যোগ করা হয়
iii. তুল্যতা বিন্দু নির্দেশ করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

উদ্দীপকটি পড়ে ৭৫ ও ৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
আন্নি একই ড্রপার দিয়ে HCl এর বোতল থেকে HCl সংগ্রহের পর যখন NH_4OH সংগ্রহ করতে লাগল, তখন সে ঝাঁঝালো গন্ধযুক্ত সাদা ধোঁয়া দেখতে পেল।

৭৫. ধোঁয়াটি কীসের? [অনুধাবন]
ক NH_4Cl খ Cl_2
গ NH_3 ঘ HCl **ক**

৭৬. ধোঁয়াটি সৃষ্টির কারণ — [উচ্চতর দক্ষতা]
i. ড্রপারের অদক্ষ ব্যবহার
ii. প্রশমন বিক্রিয়া ঘটায়
iii. লেবেলযুক্ত বোতলের নিয়ন্ত্রিত ব্যবহার
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

উদ্দীপকটি পড়ে এবং ৭৭-৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
একজন শিক্ষার্থী ল্যাবের যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করার সময় ক্রোমিক এসিড দ্বারা যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করল এবং ট্যাপের পানি দ্বারা যন্ত্রপাতি ধুয়ে কাজ শুরু করল এবং পরীক্ষা শেষে ফলাফলে গড়মিল লক্ষ্য করল।

৭৭. এসিডটি কোনটির সমন্বয়ে গঠিত? [অনুধাবন]
ক H_2SO_4 ও $K_2Cr_2O_7$ খ HNO_3 ও $K_2Cr_2O_7$
গ H_2CO_3 ও $K_2Cr_2O_7$ ঘ $HClO_4$ ও $K_2Cr_2O_7$ **ক**

৭৮. কোনটির জন্য পরীক্ষার ফলাফলে গরমিল দেখা গেল? [অনুধাবন]
ক মৃদু এসিড খ ডিস্টিল ওয়াটার
গ ভারী পানি ঘ মৃদু ক্ষার **খ**

৭৯. উদ্দীপকের এসিডটি— [প্রয়োগ]
i. দুটি ক্ষয়কারক যৌগের মিশ্রণ
ii. গ্রীজ দূরীকরণে ব্যবহৃত হয়
iii. যন্ত্রপাতি রিন্স করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

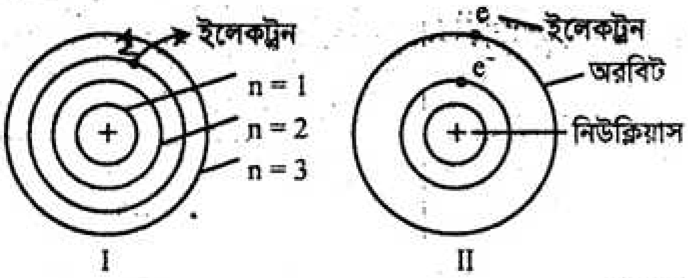
উদ্দীপকটি পড়ে ৮০-৮২নং প্রশ্নের উত্তর দাও
অনিক ল্যাবে কাজ করার সময়, চোখের নিরাপত্তা নিতে ভুলে গেল এবং এসিডের টেস্টটিউবে তাপ দেয়ার সময় বাম্পিং করে এসিডের দ্রবণ চোখে লাগল। ল্যাব ইনচার্জ তার চোখে একটি 4% মাত্রার ক্ষার দ্রবণ 'Y' লাগালো এবং পরবর্তীতে ডাক্তারের কাছে পাঠালো।

৮০. Y দ্রবণ কোনটি? [প্রয়োগ]
ক $NaHCO_3$ খ Na_2CO_3
গ NaOH ঘ NH_4OH **ক**

৮১. এসিডের পরিবর্তে যদি ক্ষার দ্রবণ অনিকের চোখে লাগত তবে ল্যাব ইনচার্জ চিকিৎসায় কোনটি ব্যবহার করত? [প্রয়োগ]
ক সালফিউরিক এসিড খ বোরিক এসিড
গ সাবান দ্রবণ ঘ ভিনেগারের দ্রবণ **খ**

৮২. উদ্দীপকের শেষোক্ত দ্রবণ — [উচ্চতর দক্ষতা]
i. ক্ষারীয় প্রকৃতির
ii. এসিডের সাথে বিক্রিয়ায় লবণ উৎপন্ন করে
iii. খাওয়া উচিত, এসিড খেয়ে ফেললে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

প্রশ্ন ▶ ১



[চ. বো. ২০১৭]

ক. অরবিটাল কী? ১

খ. কলয়েডের সুস্থিতির কারণ কী? ২

গ. উদ্দীপক I এর বহিঃস্থ স্তরের *l* ও m এর মান হিসাব করে অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপক I ও II এর পরমাণু মডেলদ্বয়ের তুলনা করো। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারদিকে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও নির্দিষ্ট শক্তি যুক্ত ইলেকট্রন মেঘের অবস্থানের সম্ভাবনা 90–95% হয়ে থাকে, ইলেকট্রন মেঘের সে এলাকাকে অরবিটাল বলে।

খ কলয়েড কণাগুলোর ব্রাউনীয় গতি কলয়েডের স্থায়িত্ব প্রদানে-সাহায্য করে। এরূপ গতির জন্য কণাগুলো চতুর্দিকে অনিয়মিতভাবে ছোটাছুটি করে, ফলে কণাগুলোর কাছাকাছি আসার সম্ভাবনা বহুলাংশে কমে যায় এবং তারা পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে জোটবন্ধ হতে পারে না। তাই কলয়েডের স্থায়িত্বের মূল কারণ কণাগুলোর তড়িৎচার্জ। আবার, যেহেতু কোনো নির্দিষ্ট কলয়েডের ক্ষেত্রে প্রতিটি কণায় একই প্রকার আধান থাকে, তাই উক্ত কণাগুলোর মধ্যে পারস্পরিক বিকর্ষণ বলও ক্রিয়া করে। ফলে কণাগুলো একত্রিত হয়ে বড় কণা সৃষ্টি করতে পারে না বলে কণায় সুস্থিতি অর্জিত হয়।

গ চিত্র I এ তিনটি প্রধান শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত। সুতরাং এই চিত্র অনুসারে কোয়ান্টাম সংখ্যা এবং অরবিটাল সংখ্যার হিসেব নিচে উল্লেখ করা হলো–

প্রধান শক্তিস্তর (n)	উপশক্তিস্তর (*l*)	চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	উপশক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা	মোট অরবিটাল সংখ্যা
3	0 1 2	0 −1, 0, + 1 −2, −1, 0, + 1, + 2	1 3 5	9

সুতরাং উপরের ছক অনুসারে চিত্র I এর বহিঃস্থ স্তরে মোট 9টি অরবিটাল বিদ্যমান।

ঘ প্রদত্ত I ও II পরমাণু মডেল দুটি হলো যথাক্রমে বোর ও রাদার ফোর্ড পরমাণু মডেল। নিচে এই দুটি মডেলের মধ্যে তুলনা করা হলো–

১. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলের ভিত্তি হলো আলফা (α) কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষা। অপরদিকে বোর পরমাণু মডেলের ভিত্তি হলো ম্যাক্স প্লাঙ্ক ও আইনস্টাইনের আলোকসম্পর্কীয় বিকিরণের কোয়ান্টাম তত্ত্বের সমন্বয়।

২. রাদারফোর্ড মডেলে ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও সংখ্যাকে সুস্পষ্ট করা হয়নি। এতে বলা হয়েছে নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইলেকট্রনগুলো গ্রহের মতো আবর্তন করে। অপরদিকে বোর পরমাণুতে প্রতিটি ইলেকট্রন কয়েকটি নির্দিষ্ট মানের ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার স্থায়ী কক্ষপথে নিউক্লিয়াসকে আবর্তন করে।

৩. রাদারফোর্ড মডেলের স্থায়িত্বের কারণ দেখানো হয়েছে ধনাত্মক চার্জযুক্ত নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রনের মধ্যকার স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কেন্দ্রবহির্মুখী বলদ্বয়ের লব্ধিফল। অপরদিকে বোর মডেলের স্থায়িত্বের কারণ দেখানো হয়েছে পরমাণুর নিউক্লিয়াসের প্রভাবে সৃষ্ট নির্দিষ্টসংখ্যক শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের অবস্থান এবং শক্তি বিকিরণ ছাড়া ঐ সব স্থির শক্তির কক্ষপতে সতত সমশক্তিতে আবর্তন।

৪. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট বর্ণালী সম্পর্কে কোন ধারণা দেয়া যায় নি। কিন্তু বোর মডেল অনুযায়ী ইলেকট্রন তাপশক্তি শোষণ করে নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে এবং ঐ শোষিত শক্তি বিকিরণ করে পূর্বের নিম্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসে। এরূপে শক্তির শোষণে ও বিকিরণের ফলে যথাক্রমে কালো বর্ণের শোষণ বর্ণালী এবং উজ্জ্বল বর্ণের বিচ্ছুরণ বর্ণালী সৃষ্টি করে।

সুতরাং উপরে বর্ণিত আলোচনা থেকে এ কথা স্পষ্ট করে বলা যায় যে, রাদারফোর্ড এবং বোর মডেলের মধ্যে সুস্পষ্ট পার্থক্য বিদ্যমান, তাই গ্রহণযোগ্যতার বিবেচনায় বলা যায় যে বোর মডেলই যথোপযুক্ত এবং উপযোগী।

প্রশ্ন ▶ ২ $A = (n-1)d^5ns^1$

$B = (n-1)d^1ns^2$, এখানে $n = 4$

[চ. বো. ২০১৬]

ক. সম-আয়ন প্রভাব কী? ১

খ. 3d ও 4p অরবিটালের মধ্যে কোনটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করে? ২

গ. A মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনটির চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. A ও B মৌলদ্বয়ের মধ্যে কোনটি রঙিন যৌগ গঠন করে কারণসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুইটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্যে একটি মৃদু বা দুর্বল হলে তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের উপস্থিতিতে দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের বিয়োজন মাত্রা হ্রাস পায় তাকে সম-আয়ন প্রভাব বলে।

খ কোন অরবিটালে ইলেকট্রন প্রথমে প্রবেশ করবে তা নিণীত হয় আউফবাউ নীতি বা (n + *l*) নীতি অনুসারে। এ নীতিতে যে অরবিটালের (n + *l*) এর মান কম সেই অরবিটালের শক্তি কম এবং ইলেকট্রন আগে ঐ অরবিটালে প্রবেশ করে। কিন্তু যদি সেই মান সমান হয় তাহলে যার n এর মান অন্যটি থেকে কম সেই অরবিটালে ইলেকট্রন প্রথমে প্রবেশ করে। 3d ও 4p উভয়ের ক্ষেত্রে (n + *l*) এর মান 5। কিন্তু 3d অরবিটালে n এর মান 3 এবং 4p অরবিটালে n এর মান 4।
সুতরাং 3d অরবিটালে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।

গ প্রদত্ত A মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনটি (n – 1)d অরবিটালে প্রবেশ করে।
যেহেতু n এর মান 4

সুতরাং সর্বশেষ ইলেকট্রনটির চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান নিম্নরূপ :

(i) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা = n – 1 = 4 –1 = 3

(ii) সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা l এর মান d অরবিটালের জন্য 2

(iii) চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা, m = 2

(iv) স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা, $s = +\frac{1}{2}$

ঘ A মৌলটি হলো ক্রোমিয়াম (Cr) এবং B মৌলটি হলো স্ক্যান্ডিয়াম (Sc)। এদের মধ্যে A মৌলটি রঙিন যৌগ গঠন করে। কারণ আমরা জানি যেসব অবস্থান্তর ধাতু ও এদের সুস্থিত আয়নে অপূর্ণ d অরবিটাল থাকে তারা রঙিন যৌগ গঠন করে।

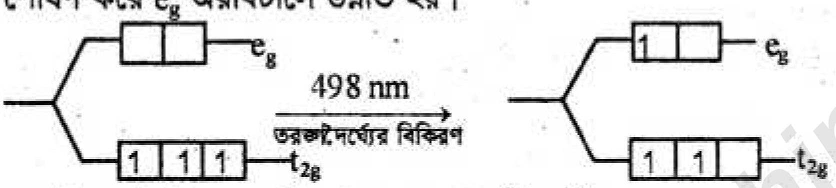
এখানে Cr এর স্থিতিশীল আয়ন হলো $Cr^{3+} \longrightarrow [Ar]3d^3 4s^0$

এবং Sc এর স্থিতিশীল আয়ন হলো $Sc^{3+} \longrightarrow [Ar]3d^0 4s^0$

দেখা যাচ্ছে যে, Cr এর স্থিতিশীল আয়নে অপূর্ণ d অরবিটালে ইলেকট্রন থাকে। কিন্তু Sc আয়নের ক্ষেত্রে d অরবিটাল সম্পূর্ণ ফাঁকা থাকে। ফলে Cr-এর আয়নের ক্ষেত্রে d অরবিটালে সৃষ্ট Non-degenerate অবস্থা Sc আয়নের ক্ষেত্রে d অরবিটাল ফাঁকা থাকায় পরিলক্ষিত হয় না।

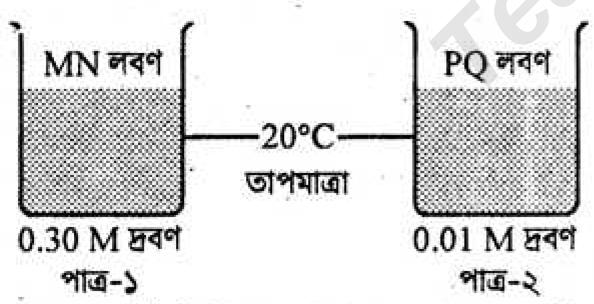
মূলত Sc^{3+} এর ক্ষেত্রে d অরবিটালে কোন ইলেকট্রন না থাকায় এখানে d–d স্থানান্তর প্রক্রিয়া সংঘটিত হতে পারেনা; ফলে, Sc^{3+} আয়ন বা এর যৌগসমূহ বর্ণহীন হয়।

অপরদিকে Cr^{+3} এর ক্ষেত্রে এর যৌগসমূহ দৃশ্যমান আলোর উপস্থিতিতে নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো শোষণের মাধ্যমে নিম্নতর শক্তিসম্পন্ন d অরবিটাল (t_{2g}) থেকে উচ্চতর শক্তি সম্পন্ন d অরবিটালে (e_g) ইলেকট্রনের স্থানান্তর সম্ভব হয়। এখানে Cr^{3+} এর t_{2g} থেকে একটি ইলেকট্রন দৃশ্যমান আলো থেকে 498 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো শোষণ করে e_g অরবিটালে উন্নীত হয়।



সুতরাং বলা যায় যে Cr^{3+} আয়নের মধ্যে ইলেকট্রনের d–d স্থানান্তরের ফলেই তার যৌগে বর্ণের উদ্ভব হয়।

প্রশ্ন ▶ ৩



20°C তাপমাত্রায় MQ এর $K_{sp} = 3.5 \times 10^{-4}$

PN এর $K_{sp} = 2.5 \times 10^{-2}$

[ঢা. বো. ২০১৬]

ক. ভর-ক্রিয়া সূত্রটি লেখো। ১

খ. H_2SO_3 ও HNO_3 এর মধ্যে কোনটি অধিক অম্লীয় এবং কেন? ২

গ. উদ্দীপকের MN দ্রবণটি সম্পৃক্ত হলে 20°C তাপমাত্রায় MN এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত দ্রবণ দুটিকে মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা— কারণসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি বিক্রিয়ার গতিবেগ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী প্রতিটি বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের (সক্রিয় ভর বলতে গ্যাসের ক্ষেত্রে মোলার ঘনমাত্রা এবং তরলের ক্ষেত্রে আংশিক চাপকে বোঝায়) সমানুপাতিক।

খ H_2SO_3 ও HNO_3 এর মধ্যে HNO_3 অধিক অম্লীয়। কারণ আমরা জানি যে এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান যত বেশি সেই এসিড তত বেশি অম্লীয়।

এখানে H_2SO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু S এর জারণ মান +4। আবার HNO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু N এর জারণ মান +5। যেহেতু কেন্দ্রীয় পরমাণু হিসেবে সালফারের তুলনায় নাইট্রোজেনের জারণ মান বেশি। সুতরাং H_2SO_3 ও HNO_3 এর মধ্যে HNO_3 অধিকতর অম্লীয়।

গ প্রদত্ত MN দ্রবণটি যদি সম্পৃক্ত হয়, তাহলে সেটি নিম্নোক্তভাবে বিয়োজিত হয়:

$$\underset{0.30M}{MN} \rightleftharpoons \underset{0.30M}{M^+} + \underset{0.30M}{N^-}$$

∴ 20°C তাপমাত্রায় MN এর দ্রাব্যতা গুণফল,

$K_{sp} = [M^+][N^+]$

$= 0.30 \times 0.30 = 0.09$

সুতরাং উপরিউক্ত গণনা হতে প্রাপ্ত MN এর দ্রাব্যতা গুণফল 0.09।

ঘ উদ্দীপকে উল্লেখিত দ্রবণ দুটিকে মিশ্রিত করলে নিচের বিক্রিয়াটি সংঘটিত হবে।

$$MN + PQ \rightleftharpoons MQ + PN$$

এখানে MQ এর আয়নিক গুণফল $K_{ip(MQ)} = 0.30 \times 0.01 = 3 \times 10^{-3}$

দেওয়া আছে, MQ এর $K_{sp} = 3.5 \times 10^{-4}$

∴ $K_{ip} > K_{sp}$

অতএব MQ এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

আবার PN এর আয়নিক গুণফল $K_{ip(PN)} = 0.01 \times 0.30$

$= 3 \times 10^{-3}$

আবার দেওয়া আছে, PN এর $K_{sp} = 2.5 \times 10^{-2}$

∴ $K_{sp} > K_{ip}$

সুতরাং PN এর অধঃক্ষেপ পড়বে না।

তাই উপরোক্ত আলোচনার যুক্তিতে এ কথা বলা যায় যে উৎপাদসমূহের মধ্যে PN এর দ্রাব্যতা গুণফলের মান আয়নিক গুণফলের চেয়ে বেশি হওয়ায় শর্তানুসারে PN অধঃক্ষিপ্ত হয়ে নিচে জমা হবে এবং দ্রবণে MQ মিশে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৪



[ঢা. বো. ২০১৫]

ক. ফুড লেকার কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রত্যেক পরমাণুর কেন্দ্র ধনাত্মক চার্জযুক্ত নিউক্লিয়াস দ্বারা গঠিত— প্রমাণ করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের পরমাণু মডেলটির গ্রহণযোগ্যতার স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

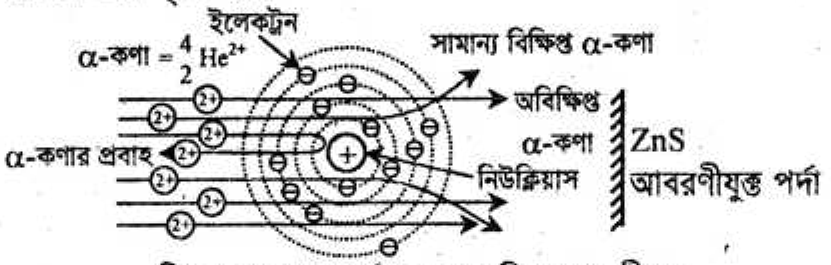
৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফুড লেকার হচ্ছে এমন এক ধরনের জৈব পদার্থ, যাকে ক্যানিং এর সময় খাদ্য বস্তু বহনকারী পাত্রের গায়ে এমনভাবে প্রলেপ দেয়া হয় যেন তা খাদ্য বস্তুকে ধাতব পদার্থের সংস্পর্শ হতে দূরে রাখে।

খ সৃজনশীল ১৯ এর 'খ' নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

গ প্রত্যেক পরমাণুর কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জযুক্ত প্রোটন থাকায় পরমাণুর কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস ধনাত্মক চার্জ বিশিষ্ট। বিজ্ঞানী রাদারফোর্ডের α কণা (যে হিলিয়াম নিউক্লিয়াস) পরীক্ষা দ্বারা সহজেই প্রমাণ করা যায় যে পরমাণুর কেন্দ্র ধনাত্মক চার্জযুক্ত। এ পরীক্ষা অনুসারে 0.0004 cm

পুরুত্বের স্বর্ণপাতের ওপর কতিপয় তেজস্ক্রিয় মৌল ($_{83}Bi$, $_{88}Ra$, $_{92}U$) থেকে উৎপন্ন তীব্র গতিসম্পন্ন α-কণা ($^4_2He^{2+}$) দ্বারা আঘাত করা হয় এবং পাতের পিছনে ZnS আবরণযুক্ত পর্দা রাখা হলে পর্দায় আলোকচ্ছটা সৃষ্টি হয়।



চিত্র : রাদারফোর্ডের α-কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষা

এ পরীক্ষায় বেশির ভাগ α-কণা স্বর্ণপাত ভেদ করে। কিন্তু আবার কিছু সংখ্যক α-কণা তাদের পথ হতে বেঁকে যায় এবং প্রায় 20,000 α-কণার মধ্যে 1টি α-কণা সম্পূর্ণ বিপরীত দিকে ফিরে আসে। এই বিপরীত দিকে ফিরে আসার ঘটনা প্রমাণ করে যে, α-কণা নিউক্লিয়াস দ্বারা বিকর্ষিত হয়। যেহেতু α-কণা ও নিউক্লিয়াস পরস্পরকে বিকর্ষণ করে তাই বলা যায় α-কণা ও নিউক্লিয়াস একই ধরনের চার্জযুক্ত। সুতরাং উপরোক্ত আলোচনায় এ কথা স্পষ্ট হয় যে α-কণা ধনাত্মক চার্জযুক্ত হওয়ায় পরমাণুর কেন্দ্রও ধনাত্মক চার্জযুক্ত।

ঘ প্রদত্ত পরমাণু মডেলটি বোর পরমাণু মডেল সমর্থন করে।
বোর পরমাণু মডেল অনুসারে, পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক চার্জ ও প্রায় সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত থাকে। পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কয়েকটি নির্দিষ্ট শক্তির বৃত্তাকার কক্ষপথে নিউক্লিয়াসে বিদ্যমান প্রোটন সংখ্যার সমসংখ্যক ইলেকট্রন ঘূর্ণায়মান। নির্দিষ্ট কক্ষপথে আবর্তনরত এই ইলেকট্রনের শক্তি নির্দিষ্ট। আবার প্রতিটি কক্ষপথের আবর্তনরত ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগও নির্দিষ্ট। ইলেকট্রনের এই নিম্ন শক্তি স্তর হতে উচ্চ শক্তিস্তরে এবং উচ্চ শক্তিস্তর হতে নিম্ন শক্তিস্তরে স্থানান্তরে বর্ণালির সৃষ্টি হয়।
তাছাড়াও বোর পরমাণু মডেল দ্বারা পরমাণুর কক্ষপথ সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়। মূলত বোর পরমাণু মডেল হতে পরমাণুর কক্ষপথের আকৃতি শক্তি ও পরমাণুর বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেকট্রনের সংখ্যা এবং বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেকট্রন স্থানান্তরে সৃষ্ট বর্ণালির সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।
সুতরাং উপরোক্ত পর্যালোচনার আলোকে বলা যায় বোর পরমাণু মডেল হতে পরমাণুর সঠিক গঠন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায় যা মডেলটির গ্রহণযোগ্যতা নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ▶ ৫ A মৌলটির যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সংখ্যাগুলো নিম্নরূপ:—

$n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ *[ঢা. বো. ২০১৩]*

ক. হাইড্রোজেন বন্ধনের সংজ্ঞা দাও। ১
খ. NH_4Cl যৌগের বন্ধন প্রকৃতি ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকে A = H হলে ইলেকট্রনটির স্থানান্তরনের শোষণ বর্ণালির সর্বনিম্ন শক্তি নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের A^{2+} আয়নের বর্ণযুক্ত হওয়ার সম্ভাব্যতা যাচাই করো। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত দুটি পোলার সমযোজী অণু পরস্পরের নিকটবর্তী হলে, একটি অণুর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে অপর অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের মধ্যে দুর্বল আকর্ষণী বল দ্বারা সৃষ্ট বন্ধনকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

খ NH_4Cl যৌগে ৩ ধরণের বন্ধন বিদ্যমান। বন্ধনগুলো হলো–
i. সমযোজী বন্ধন: ৩টি N–H সমযোজী বন্ধন
ii. সন্নিবেশ বন্ধন: ১টি $N \rightarrow H^+$ সন্নিবেশ বন্ধন
iii. আয়নিক বন্ধন: NH_4^+ ও Cl^- এর মধ্যে বিদ্যমান আয়নিক বন্ধন।
NH_4Cl অণুতে 1টি নাইট্রোজেন 3টি হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত। NH_3 এর নাইট্রোজেন পরমাণুতে বিদ্যমান নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রন দ্বারা H^+ যুক্ত হয়ে সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়। উৎপন্ন NH_4^+ আয়ন আবার Cl^- আয়নের সাথে আয়নিক বন্ধন দ্বারা যুক্ত।

গ এখানে A মৌলটি হাইড্রোজেন হলে n = 4 অবস্থান থেকে n = 5 শক্তিস্তরে ইলেকট্রনটির স্থানান্তরণ ঘটলে শোষণ বর্ণালির উদ্ভব হবে।
কোন পরমাণুর উপর অতিবেগুনি বা দৃশ্যমান অঞ্চলের রেডিয়েশন শক্তি আপতিত হলে উক্ত পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন নিম্নতর শক্তিস্তর থেকে উচ্চতর শক্তিস্তরে গমন করে। এক্ষেত্রে শক্তি শোষিত হয় এবং শোষণ বর্ণালীর সৃষ্টি হয়। পুনরায়, উক্ত ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে অবনমিত হলে শোষিত শক্তি রেডিয়েশন হিসেবে বিকিরিত হয় (বিকিরণ বর্ণালী)।
প্রদত্ত হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনটির শোষণ বর্ণালীর ইলেকট্রন স্থানান্তর প্রক্রিয়াটি হলো, $n = 4 \rightarrow n = 5$;
এক্ষেত্রে প্রাপ্ত শোষণ বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য হচ্ছে:

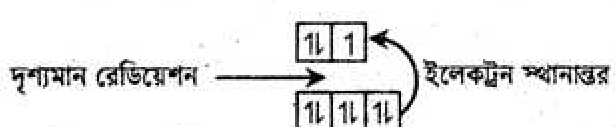
$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$
$$= 1.097 \times 10^7 \times \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2}\right) m^{-1}$$
$$= 246825\ m^{-1}$$
$$\therefore \lambda = 4.05 \times 10^{-6}\ m$$

আবার, $E = \frac{hc}{\lambda}$
$$= \frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4.05 \times 10^{-6}}$$
$$= 4.91 \times 10^{-20}\ J$$

সুতরাং প্রদত্ত হাইড্রোজেন পরমাণুর একটি ইলেকট্রন স্থানান্তরের শোষিত শক্তির পরিমাণ হলো 4.9×10^{-20} J।

ঘ প্রদত্ত A মৌলটির যোজ্যতা ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সংখ্যা থেকে প্রতীয়মান হয় যে, ইলেকট্রনটি $4s^1$ অরবিটালে অবস্থান করে। আবার A মৌলটির A^{2+} আয়নের বর্ণালিযুক্ত হওয়ার কথা বলা হয়েছে; অর্থাৎ এর ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দুটি ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হয়েছে।
সুতরাং A মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস হলো–
$A = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$
$A^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^0$
ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী A^{2+} আয়ন (Cu^{2+}) টিতে বহিঃস্থ শক্তিস্তরে অসম্পূর্ণ d-অরবিটাল রয়েছে। প্রাথমিকভাবে 5টি d-অরবিটাল সম-শক্তিসম্পন্ন। কিন্তু, কেন্দ্রীয় আয়ন লিগান্ডের নিকটবর্তী হওয়ায় এবং বন্ধন গঠনের সময় ধাতুর d-অরবিটালের মধ্যে কিছুটা শক্তি পার্থক্যের (ΔE) সৃষ্টি হয়। এতে সমশক্তিসম্পন্ন d-অরবিটালগুলোর বিভাজন ঘটে। Cu^{2+} এর ক্ষেত্রে বিভাজনটি নিম্নরূপ :

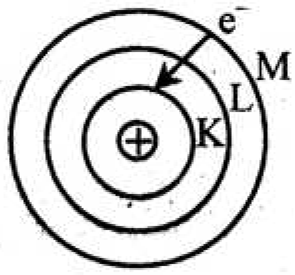




Cu^{2+} এর জলীয় দ্রবণে দৃশ্যমান অঞ্চলের (λ = 375 – 750 nm) রেডিয়েশন আপতিত হলে Cu^{2+} আয়নের d-অরবিটালের ইলেকট্রন দুটি নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো শোষণ করে নিকটবর্তী শক্তির d-অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়। দৃশ্যমান আলোর অবশিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো প্রতিফলিত হয়, যার বর্ণ শোষিত আলোকরশ্মির সম্পূরক হয়। অর্থাৎ Cu^{2+} আয়ন এই বর্ণই (নীল) ধারণ করে।

সুতরাং A^{2+} আয়নটির d-অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ হওয়ার প্রেক্ষাপটে d-d স্থানান্তর সম্ভব হয় এবং ফলাফলস্বরূপ দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য প্রতিফলিত হয়ে Cu^{2+} আয়ন নীল বর্ণবিশিষ্ট হয়।

প্রশ্ন ▶ ৬



[রা. বো. ২০১৭]

ক. pH কী? ১

খ. NH_3 একটি লিগ্যান্ড কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

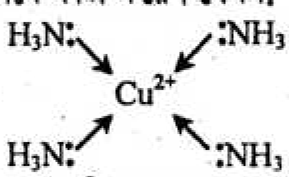
গ. উদ্দীপক মডেলটির সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ কয়টি ইলেকট্রন থাকতে পারে তা কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে হিসাব করো। ৩

ঘ. মডেলটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলে ইলেকট্রনটির ধাপান্তরের সময় নির্গত শক্তি নির্ণয় করে এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে pH বলে।

খ জটিল যৌগ গঠনকালে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল প্রদানকারী পরমাণু, আয়ন বা যৌগ অণুকে লিগ্যান্ড বলে। $:NH_3$ অণুর নাইট্রোজেন পরমাণুতে এক জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকায় তা জটিল যৌগ গঠনকালে লিগ্যান্ড হিসেবে কাজ করে। যেমন:



টেট্রা-অ্যামমিন কপার (II) আয়ন,
$[Cu(NH_3)_4]^{4+}$

টেট্রা-অ্যামমিন কপার (II) আয়নে চারটি NH_3 চার জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল Cu(II) কে ইলেকট্রন প্রদান করে জটিল আয়ন গঠন করে। তাই বলা যায় NH_3 একটি লিগ্যান্ড।

গ প্রদত্ত মডেলটির সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তর M শেল অর্থাৎ n = 3

n	l	m	অরবিটাল প্রতীক	উপশক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা	মোট অরবিটাল সংখ্যা
3	0	0	3s	1	9
	1	–1, 0, +1	3p	3	
	2	–2, –1, 0 +1, +2	3d	5	

অতএব, সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা = অরবিটাল সংখ্যা × 2
= 9 × 2
= 18টি

সুতরাং উপরোক্ত ছক অনুসারে পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে মোট 18টি ইলেকট্রন থাকতে পারে।

ঘ প্রদত্ত মডেলটি হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলে ইলেকট্রন যখন M শেল (n = 3) থেকে K শেলে (n = 1) স্থানান্তরিত হয়

তখন, $n_1 = 1$
$n_2 = 3$

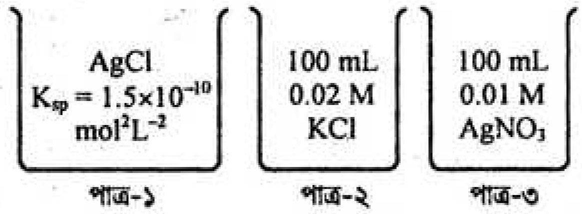
$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \quad [\because R_H = 1.09678 \times 10^7\ m^{-1}]$$
$$= 9.754 \times 10^6 m^{-1}$$
$$\therefore \lambda = 1.025 \times 10^{-7} m$$

আবার,
$\lambda = 1.025 \times 10^{-27} m$
$h = 6.626 \times 10^{-34} Js$
$c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

$$\therefore \text{নির্গত শক্তি, } E = \frac{hc}{\lambda}$$
$$= \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.025 \times 10^{-7}}$$
$$= 1.937 \times 10^{-18} J$$

অতএব, উপরোক্ত গণনানুসারে মডেলটির ক্ষেত্রে ধাপান্তরে নির্গত শক্তি 1.937×10^{-18}J এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.025×10^{-7}m।

প্রশ্ন ▶ ৭



[রা. বো. ২০১৬]

ক. α কণা কী? ১

খ. pH স্কেল 0–14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ কেন? ২

গ. পাত্র-১ এর দ্রবণে ক্লোরাইড (Cl^-) আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. পাত্র-২ ও পাত্র-৩ এর দ্রবণ মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি প্রোটন ও দুটি নিউট্রনের সমন্বয়ে গঠিত হিলিয়াম নিউক্লিয়াসই হলো α কণা ($^4_2He^{2+}$)।

খ কোনো দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের H^+ এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হলে pH এর মান 0 থেকে কম এবং OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু লঘু দ্রবণে H^+ ও OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হয় না।

দ্রবণে $[H^+]$ = 1M হলে,
pH $= -\log 1 = 0$

দ্রবণে $[OH^-]$ = 1 M হলে,
pOH $= -\log 1 = 0$
pH $= 14 - pOH$
$= 14 - 0$
$= 14$

সুতরাং pH স্কেল 0–14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে।

গ প্রদত্ত ১ নং পাত্রের দ্রবণের ক্ষেত্রে,

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

এখানে $[Ag^+] = [Cl^-] = S$ কেননা সম্পৃক্ত দ্রবণে AgCl বিয়োজিত হয়ে সমান ঘনমাত্রার Ag^+ এবং Cl^- আয়ন উৎপন্ন করবে।

তাই দ্রাব্যতার গুণফলের সূত্রানুসারে লেখা যায়,
$K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = S^2$
বা, $1.5 \times 10^{-10} = S^2$
$\therefore S = 1.225 \times 10^{-5}$ M

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে দ্রবণে Cl^- এর ঘনমাত্রা 1.225×10^{-5} M।

ঘ পাত্র-২ এবং পাত্র-৩ এর দ্রবণ মিশ্রিত করলে নিম্নলিখিত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়:

$$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + KNO_3$$

দেওয়া আছে, AgCl এর $K_{sp} = 1.5 \times 10^{-10}\ mol^2/L^2$।

এখন এই উৎপন্ন AgCl এর দ্রাব্যতার গুণফল এর চেয়ে আয়নিক গুণফল বেশি হলে এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

সুতরাং মিশ্রিত দ্রবণের মোট আয়তন, V $= (100 + 100)$ mL $= 200$ mL
মিশ্রিত দ্রবণে,

Ag^+ এর ঘনমাত্রা $= \frac{100 \times 0.01}{200} = 5 \times 10^{-3}$ M

Cl^- এর ঘনমাত্রা $= \frac{100 \times 0.02}{200} = 0.01$ M

$\therefore$ AgCl এর আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [Ag^+][Cl^-]$
$= 0.01 \times 5 \times 10^{-3}$
$= 5 \times 10^{-5}\ mol^2/L^2$

যেহেতু $K_{ip} > K_{sp}$, তাই গণনানুসারে মিশ্রিত দ্রবণে AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶ ৮ $A^{2+} + NH_4OH$ (অতিরিক্ত) $\longrightarrow [A(NH_3)_4]^{2+} + H_2O$
গাঢ় নীল

$B^{2+} + NH_4OH$ (অতিরিক্ত) $\longrightarrow [B(NH_3)_4]^{2+} + H_2O$
বর্ণহীন

[A ও B এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 29 ও 30]

[রা. বো. ২০১৬]

ক. কিউরিং কী? ১
খ. দুধ একটি ইমালশন— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ক আয়ন A^{2+} ও B^{2+} কে একই বিকারক দ্বারা কীভাবে সনাক্ত করা যায়? ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের উৎপাদ জটিল আয়নদ্বয়ের গঠনাকৃতি অভিন্ন কিনা— যথাযথ কারণসহ বিশ্লেষণ করো। 8

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো খাদ্যকে খাবার লবণ বা এর দ্রবণ দ্বারা সংরক্ষণ করার প্রক্রিয়াকে কিউরিং বলে।

খ দুধ একটি ইমালশন বা কলয়েড। কেননা এক্ষেত্রে অদ্রবণীয় তরল চর্বির সূক্ষ্ম কণাসমূহ পানি মাধ্যমে সর্বত্র সমভাবে বিরাজ করে। এখানে কঠিন পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণাগুলোর আকারের ব্যাস হয় 2 – 100nm। কণাগুলো একক ম্যাক্রো অণু যা দীর্ঘদিন একই অবস্থায় পৃথক থাকে না এবং অসমসত্ত্ব অবস্থায় থাকে। তাই বলা যায় দুধ একটি ইমালশন।

গ প্রদত্ত পারমাণবিক সংখ্যা অনুসারে A^{2+} এবং B^{2+} যথাক্রমে Cu^{2+} এবং Zn^{2+} আয়ন।

Cu^{2+} আয়ন সনাক্তকরণ:
একটি পরীক্ষানলে 1-2 mL কপার লবণের দ্রবণ নিয়ে তাতে ২-৩ ফোঁটা NH_4OH যোগ করলে হালকা নীল বর্ণের $Cu(OH)_2$ এর দ্রবণ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন দ্রবণে অতিরিক্ত NH_4OH যোগ করলে হালকা নীল গাঢ় নীল বর্ণের দ্রবণে পরিবর্তিত হয়।

$CuSO_4 + NH_4OH \rightarrow Cu(OH)_2.CuSO_4 + (NH_4)_2SO_4$
$Cu(OH)_2.CuSO_4 + (NH_4)SO_4 + NH_4OH$ (extra)
$\rightarrow 2[Cu(NH_3)_4]SO_4 + H_2O$
(গাঢ় নীল)

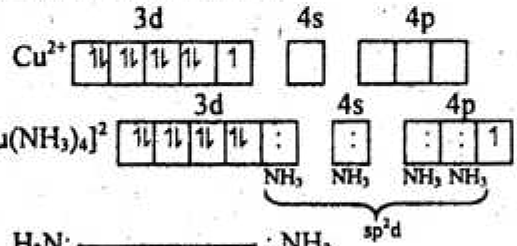
Zn^{2+} আয়ন সনাক্তকরণ:
একটি পরীক্ষানলে 1-2 mL জিংক লবণ নিয়ে এতে কয়েক ফোঁটা NH_4OH দ্রবণ যোগ করলে বর্ণহীন $Zn(OH)_2$ এর অধঃক্ষেপ তৈরি হয় এবং এ অবস্থায় আবার গাঢ় NaOH যোগ করলে ঐ অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়।

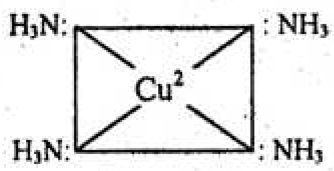
$Zn^{2+} + NH_4OH \rightarrow Zn(OH)_2 + NH_4^+$
$Zn(OH)_2 + NaOH \rightarrow Na_2Zn(OH)_4 \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$

অর্থাৎ Cu^{2+} এবং Zn^{2+} একই বিকারক NH_4OH এর সাথে বিক্রিয়া করে যথাক্রমে গাঢ় নীল ও বর্ণহীন অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে যা দেখে এদের সহজেই শনাক্ত করা যায়।

ঘ এখানে উৎপাদ যৌগ দুটি যথাক্রমে $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আয়ন এবং $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ আয়ন।

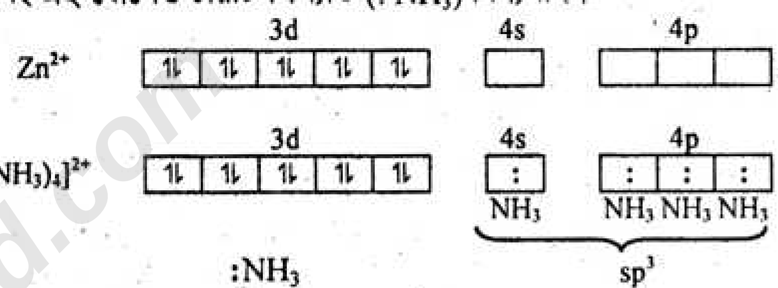
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ এর গঠন:
Cu (29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস – $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$।
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নটি প্যারাম্যাগনেটিক কারণ Cu^{2+} আয়নে বিজোড় ইলেকট্রন আছে। রঞ্জন রশ্মি পরীক্ষা হতে দেখা যায় যে, যৌগটির গঠন সমতলীয় বর্গাকার। এক্ষেত্রে sp^2d সংকরণ ঘটে এবং যৌগটিতে চারটি $(:NH_3)$ লিগ্যান্ড বিদ্যমান।

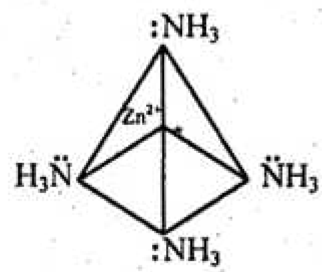




চিত্র: $[Cu\ (NH_3)_4]^{2+}$ এর গঠন

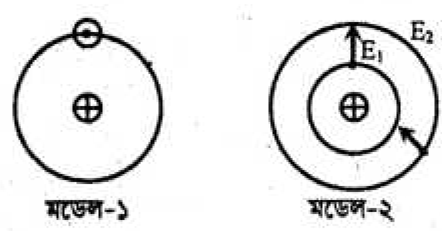
$[Zn\ (NH_3)_4]^{2+}$ এর গঠন:
Zn^{2+} (30) : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$
Cu^{2+} প্যারাম্যাগনেটিক হলেও Zn^{2+} ডায়াম্যাগনেটিক। রঞ্জনরশ্মি পরীক্ষায় দেখা যায় যৌগটির গঠন চতুস্তলকীয়। এক্ষেত্রে sp^3 সংকরণ ঘটে এবং এই যৌগেও চারটি লিগ্যান্ড $(: NH_3)$ বিদ্যমান।





চিত্র: $(NH_3)_4]^{2+}$ এর গঠন

প্রশ্ন ▶ ৯



[রা. বো. ২০১৬]

ক. পলির বর্জন নীতি কী? ১
খ. K এর 19তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে যায় কেন? ২
গ. ২ নং মডেলের ইলেকট্রন স্থানান্তরের সময় ইলেকট্রনের শক্তি 2.32×10^{-18}J হলে, বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? ৩
ঘ. মডেল-১ ও মডেল-২ এর মধ্যে কোনটি অধিক গ্রহণযোগ্য? যুক্তি দাও। 8

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পলির বর্জন নীতি হচ্ছে, 'একটি পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনো এক হতে পারেনা অর্থাৎ, একটি পরমাণুতে অবস্থানরত দুটি ইলেকট্রনের মধ্যে অন্ততঃপক্ষে একটি কোয়ান্টাম সংখ্যা অবশ্যই ভিন্ন হবে।

খ পটাশিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :
$K(19) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^1$

আউফবাউ নীতি অনুযায়ী অরবিটালদ্বয়ের মধ্যে যার $(n + l)$ এর মান কম, সেটিই নিম্ন শক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রন তাতেই প্রথমে প্রবেশ করে।

K এর ক্ষেত্রে 3d অরবিটালের জন্য, $n = 3, l = 2 ; n + l = 5$

4s অরবিটালের জন্য, $n = 4, l = 0 ; n + l = 4$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে K-এর জন্য 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম। তাই, K-এর 19 তম ইলেকট্রনটি স্বভাবতই শক্তিক্রম অণুসরণ করে 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে যায়।

গ প্রদত্ত ২নং মডেলে ইলেকট্রনটি স্থানান্তরিত হয়েছে $n = 2$ থেকে $n = 1$ শক্তি স্তরে।

এক্ষেত্রে, ইলেকট্রনের শক্তি, $E = 2.32 \times 10^{-18}$ J

প্ল্যাংকের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js

আলোর গতিবেগ, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

আমরা জানি, $E = \frac{hc}{\lambda}$

বা, $2.32 \times 10^{-18} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$ m

বা, $\lambda = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2.32 \times 10^{-18}}$

$\therefore \lambda = 8.5682 \times 10^{-8}$ m

সুতরাং উপরিউক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 8.5682×10^{-8} m।

ঘ উল্লেখিত পরমাণু মডেলদ্বয় অর্থাৎ রাদারফোর্ড ও বোরের পরমাণু মডেল দুটির গ্রহণযোগ্যতার বিশ্লেষণ নিম্নরূপ:

প্রথম মডেলের উল্লেখযোগ্য প্রস্তাবসমূহ:

i. পরমাণুর কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জযুক্ত নিউক্লিয়াস বিদ্যমান।

ii. পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ইলেকট্রন নামক ঋণাত্মক কণিকা সর্বদা ঘূর্ণায়মান।

iii. নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান বলে পরমাণু বিদ্যুৎ নিরপেক্ষ।

iv. পরমাণুর নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনের মধ্যে বিদ্যমান কেন্দ্রমুখী স্থির বিদ্যুৎ আকর্ষণ বল এবং কেন্দ্রাবিমুখী বল এর মান পরস্পর সমান এবং বিপরীতমুখী।

দ্বিতীয় মডেলের উল্লেখযোগ্য প্রস্তাবসমূহ:

i. ইলেকট্রন স্থির কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে অবস্থান করে।

ii. কোন নির্দিষ্ট কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্দিষ্ট।

iii. ইলেকট্রন এক শক্তিস্তর থেকে অন্য শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হলে শক্তির শোষণ বা বিকিরণের মাধ্যমে বর্ণালীর সৃষ্টি হয়।

প্রথম ও দ্বিতীয় মডেলের প্রস্তাবসমূহ বিশ্লেষণ করলে নিম্নলিখিত বিষয়সমূহ পরিলক্ষিত হয়—

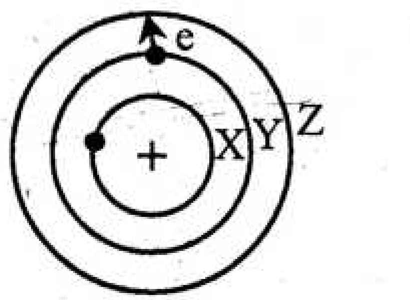
i. ১ম মডেল পরমাণুর বর্ণালী সম্পর্কে ব্যাখ্যা না দিতে পারলেও ২য় মডেল সেটা পারে।

ii. ১ম মডেল থেকে ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে কোনো ধারণা না পাওয়া গেলেও ২য় মডেল থেকে তা পাওয়া যায়।

iii. পরমাণুর শক্তিস্তরসমূহের মধ্যে ইলেকট্রন স্থানান্তরের জন্যে সৃষ্ট বিভিন্ন বিকিরণ সম্পর্কিত ধারণা ১ম মডেল থেকে না পাওয়া গেলেও ২য় মডেল থেকে পাওয়া যায়।

তাই ২য় মডেলে সামান্য কিছু সীমাবদ্ধতা থাকলেও পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত সবচেয়ে সঠিক ধারণা মোটের উপর আমরা ২য় মডেল থেকে পাই। তাই ২য় মডেলটি ১ম মডেল থেকে অধিক গ্রহণযোগ্য বলে বিবেচিত।

প্রশ্ন ▶ ১০



/দি. বো. ২০১৭/

ক. হুন্ডের নীতি কী? ১

খ. অ্যানায়ন দ্বারা ক্যাটায়নের পোলারায়ন হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি ধাপান্তরের সময় শোষিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের Z শক্তিস্তরের s অর্বিটালে এবং Y শক্তিস্তরের s অর্বিটালে একটি করে ইলেকট্রন একই দিকে ঘুরছে। এক্ষেত্রে ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জননীতি মেনে চলে— ব্যাখ্যা করো। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।

খ দুটি বিপরীত আধানযুক্ত আয়ন যখন খুব নিকটে আসে তখন ক্যাটায়নের সামগ্রিক ধনাত্মক চার্জ অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। একই সময়ে আরো একটি প্রভাবও কাজ করে এবং সেটি হলো ক্যাটায়নটি অ্যানায়নের নিউক্লিয়াসকে বিকর্ষণ করে। এ আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বলের মধ্যে আকর্ষণ বলটির অধিক কার্যকরী বলে অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘ ক্যাটায়নের দিকে সরে আসে। ইলেকট্রন মেঘের এরূপ স্থানান্তরই হলো পোলারায়ন। এখানে ক্যাটায়ন দ্বারা অ্যানায়ন পোলারায়িত হয়েছে কিন্তু অ্যানায়ন দ্বারা ক্যাটায়ন সাধারণত পোলারায়িত হয় না। কারণ অ্যানায়নে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব বেশি থাকে কিন্তু প্রোটন সংখ্যা কম হওয়ায় ক্যাটায়ন দ্বারা সহজেই অ্যানায়নের পোলারায়ন সম্ভব। কিন্তু ক্যাটায়নে প্রোটন সংখ্যা বেশি হওয়ায় বহিঃস্থ ইলেকট্রন এর ওপর আকর্ষণ বেশি হয়। ফলে অ্যানায়ন কর্তৃক পোলারায়ন সম্ভব হয় না।

গ প্রদত্ত ইলেকট্রনটি Y শক্তিস্তর থেকে Z শক্তিস্তরে গমন করে। এখানে Y শক্তিস্তরটি দ্বিতীয় ও Z শক্তিস্তরটি তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তর। এই ধাপান্তরের সময় শোষিত শক্তি,

$\Delta E = E_3 - E_2$

$= h\nu$

$= h\frac{c}{\lambda}$

এখানে,
E_3 = তৃতীয় কক্ষপথের শক্তি
E_2 = দ্বিতীয় কক্ষপথের শক্তি

আমরা জানি,

$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$= 10.97 \times 10^6 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

$= 1.523 \times 10^6 m^{-1}$

এখানে,
R_H = রিডবার্গ ধ্রুবক

$\therefore \Delta E = 6.624 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times 1.523 \times 10^6$ J

$= 3.026 \times 10^{-19}$ J

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে শোষিত শক্তির পরিমাণ 3.026×10^{-19} J।

ঘ এখানে দেওয়া আছে, Z শক্তিস্তরটি তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তর $(n = 3)$ এবং Y শক্তিস্তরটি দ্বিতীয় প্রধান শক্তিস্তর $(n = 2)$।

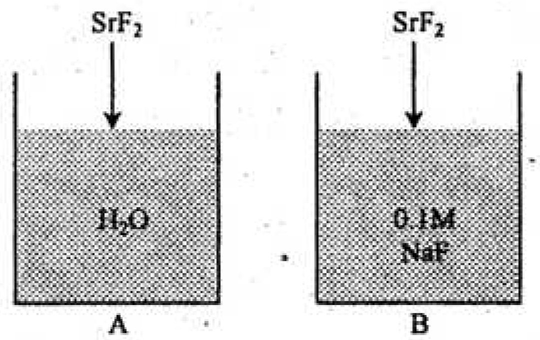
$n = 3$ শক্তিস্তরের s অরবিটালের ইলেকট্রনের l এর মান শূন্য এবং $n = 2$ শক্তিস্তরের s অরবিটালের ইলেকট্রনের জন্যও l এর মান শূন্য। $l = 0$ এর জন্য উভয় অরবিটালের এর ইলেকট্রনের m এর মান শূন্য হয়।

যেহেতু ইলেকট্রনদ্বয় একই স্পিনের তাই তাদের s এর মানও একই এবং তা হলো $+\frac{1}{2}$।

উপরে বর্ণিত n হলো প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা, l হলো সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, m হলো ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা এবং s হলো স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা।

আবার পলির বর্জননীতি অনুসারে কোনো পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না। উল্লেখিত দুটি ইলেকট্রনের সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা ও স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই শুধু প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান ভিন্ন। সুতরাং, ইলেকট্রন দুটির চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মানও একই নয়। তাই বলা যায় ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জননীতি মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ১১



A পাত্রে SrF_2 এর দ্রাব্যতার গুণফল 8×10^{-10}

/দি. বো. ২০১৭/

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কী? ১

খ. $HClO_4$ এবং $HBrO_4$ এর মধ্যে কোনটি অধিক অম্লীয়? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. B পাত্রে SrF_2 এর দ্রাব্যতা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. A ও B পাত্রে SrF_2 এর দ্রাব্যতার মানের পার্থক্যের কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সুষম খাবারকে মানসম্মতভাবে বৈজ্ঞানিক উপায়ে সংরক্ষণ করে মানবজাতির খাদ্যের চাহিদার যোগান দেওয়াকে খাদ্য নিরাপত্তা বলে।

খ আমরা জানি, অক্সিএসিডসমূহের বেলায় যার কেন্দ্রীয় মৌলের জারণ মান বেশি সেটি তত তীব্র।

এখানে $HClO_4$ ও $HBrO_4$ উভয়েই অক্সি এসিড। উভয়ের কেন্দ্রীয় মৌল Cl ও Br এর জারণ মান +7। আবার আমরা জানি, কেন্দ্রীয় মৌলদ্বয়ের জারণ মান সমান হলে যার আকার ছোট হয় সেটি বেশি তীব্র হয়। কারণ আকারে ছোট হলে সেখানে চার্জ ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং সেটি তত শক্তিশালী অম্ল হিসাবে কাজ করে।

এখানে Cl এর আকার Br অপেক্ষা ছোট। তাই $HBrO_4$ অপেক্ষা $HClO_4$ অধিক অম্লীয়।

গ প্রদত্ত B পাত্রে রয়েছে 0.1M NaF। এতে SrF_2 দ্রবণ যোগ করা হয়েছে।

মনে করি, 0.1M NaF দ্রবণে SrF_2 এর দ্রাব্যতা S_1 $molL^{-1}$

সুতরাং, দ্রবণে Sr^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা S_1 $molL^{-1}$

এবং F^- আয়নের ঘনমাত্রা $(S_1 + 0.1)$ mol L^{-1}

$$SrF_2 \rightleftharpoons Sr^{2+} + 2F^-$$

$\therefore$ দ্রবণে SrF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল, $Ksp = [Sr^{2+}] \times [F^-]^2$

দেওয়া আছে, SrF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল, $Ksp = 8 \times 10^{-10}$

$$\therefore 8 \times 10^{-10} = S_1 \times \{2(S_1 + 0.1)\}^2$$
$$\Rightarrow 8 \times 10^{-10} = S_1 \times 4 \times (S_1 + 0.1)^2$$
$$\Rightarrow 8 \times 10^{-10} = 4S_1(S_1^2 + 0.2 \times S_1 + 0.1^2)$$
$$\Rightarrow 8 \times 10^{-10} = 4S_1^3 + 0.8S_1^2 + 0.04S_1$$
$$\Rightarrow 4S_1^3 + 0.8S_1^2 + 0.04S_1 - 8 \times 10^{-10} = 0$$
$$\therefore S_1 = 2 \times 10^{-8} \text{ mol } L^{-1}$$

সুতরাং, প্রদত্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত B পাত্রে SrF_2 এর দ্রাব্যতা 2×10^{-9} mol L^{-1}।

ঘ এখানে A পাত্রে রয়েছে পানি। এতে SrF_2 যোগ করা হয়েছে। দেওয়া আছে, SrF_2 এর দ্রাব্যতা গুণাঙ্ক 8×10^{-10}।

জলীয় দ্রবণে SrF_2 এর সাম্যাবস্থা হলো,

$$SrF_2 \rightleftharpoons Sr^{2+} + 2F^-$$

ধরি, SrF_2 এর দ্রাব্যতা x mol L^{-1}

$$\therefore SrF_2 \text{ এর দ্রাব্যতা গুণফল, } Ksp = [Sr^{2+}][F^-]^2$$
$$\Rightarrow 8 \times 10^{-10} = x \times (2x)^2$$
$$\Rightarrow 8 \times 10^{-10} = 4x^3$$
$$\therefore x = 5.848 \times 10^{-4} \text{ mol } L^{-1}$$

আবার (গ)নং উত্তর হতে পাওয়া যায় B পাত্রে SrF_2 এর দ্রাব্যতা 1.99×10^{-8} mol L^{-1}। সুতরাং B পাত্রের চেয়ে A পাত্রে দ্রাব্যতা বেশি। এই মানের পার্থক্যের কারণ হলো, B পাত্রে 0.1M NaF এর উপস্থিতি। দ্রবণে F^- আয়ন আগে থেকে থাকায় SrF_2 যোগ করার পর F^- আয়নের ঘনমাত্রা বেড়ে যায়। ফলে অতিরিক্ত যোগ করা SrF_2 বা F^- এর দ্রাব্যতা তুলনামূলকভাবে কমে যায়।

সুতরাং, উপরোক্ত বর্ণনানুসারে এ কথা বলা যায় যে A ও B পাত্রে SrF_2 এর দ্রাব্যতার মানের পার্থক্যের মূল কারণ হলো B দ্রবণে আগে থেকে বিদ্যমান NaF এর উপস্থিতি।

প্রশ্ন ▶ ১২



/দি. বো. ২০১৭/

ক. নিম্নচাপ পাতন কী? ১

খ. দ্রাব্যতা গুণফল বলতে কী বোঝ? ২

গ. A পাত্রের দ্রবকে পৃথক করার পদ্ধতি বর্ণনা করো। ৩

ঘ. B পাত্রের দ্রবণের ক্ষেত্রে ক্রোমাটোগ্রাফিক পদ্ধতির প্রয়োগ বিশ্লেষণ করো। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরল পদার্থের উপরোল্লিখিত বায়ুচাপ কমিয়ে এর স্বাভাবিক স্ফুটনাঙ্ক হতে নিম্নতর তাপমাত্রায় পাতন করে এর কোন মিশ্রণ হতে পৃথক করার পদ্ধতিকে নিম্নচাপ পাতন বা অনুপ্রেষ পাতন বলে।

খ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্বল্প দ্রবণীয় লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণে তার উপাদান আয়নসমূহের ঘনমাত্রার সর্বোচ্চ গুণফলকে লবণটির দ্রাব্যতা গুণফল বলে। যেমন, স্বল্প দ্রবণীয় AgCl এর সম্পৃক্ত দ্রবণের ক্ষেত্রে তড়িৎ বিয়োজন ক্রিয়া,

$$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$$

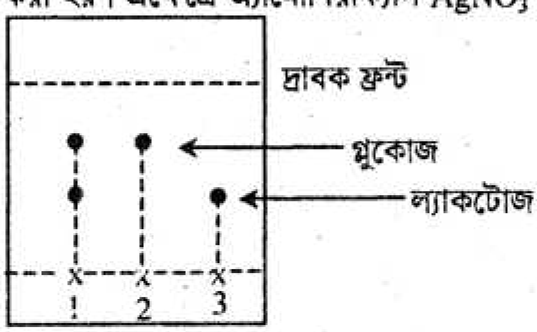
AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল, $Ksp = [Ag^+] \times [Cl^-]$

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় Ksp এর মান ধ্রুবক। Ksp বোঝায়, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় AgCl এর সম্পৃক্ত দ্রবণে Ag^+ আয়ন ও Cl^- আয়নের ঘনমাত্রার গুণফল ধ্রুবক। এ মান পৃথক পৃথকভাবে Ag^+ আয়ন ও Cl^- আয়নের নিজ নিজ ঘনমাত্রার উপর কোনো ভাবেই নির্ভর করে না।

গ ব্লু ভিট্রিয়ল হলো কেলাসিত কপার সালফেট। একে মিশ্রণ হতে কেলাসন প্রক্রিয়ায় বিশুদ্ধ কেলাস হিসাবে পৃথক করা হয়। যৌগটিকে উপযুক্ত দ্রাবকে দ্রবীভূত করে উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রবণকে সম্পৃক্ত করে নেয়া হয়। যেহেতু এখানে সম্পৃক্ত দ্রবণ রয়েছে তাই একে আর সম্পৃক্ত করার প্রয়োজন নেই। এরপর দ্রবণকে পরিস্রাবণ করে অদ্রবণীয় কঠিন ভেজাল উপাদানকে অপসারিত করা হয়। এবার পরিস্রুত দ্রবণকে আরও তাপ প্রয়োগ করে অতি ঘন দ্রবণে পরিণত করা হয়। তারপর দ্রবণকে ধীরে ধীরে শীতল করা হয়। তখন পাত্রের নিচে ধীরে ধীরে কেলাস উৎপন্ন

হতে থাকে। এক্ষেত্রে দ্রবণে অল্প পরিমাণ ভেজাল উপাদান দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণকে শীতল করলে এসব উপাদান দ্রবণেই দ্রবীভূত হয়ে যায়।
উপরে বর্ণিত নিয়মানুসারে এভাবেই কেলাসন প্রক্রিয়ায় A পাত্রের দ্রবণকে পৃথক করা যায়।

ঘ উদ্দীপকের B পাত্রের দ্রবণে রয়েছে গ্লুকোজ ও ল্যাকটোজ। উভয় যৌগই কার্বোহাইড্রেট শ্রেণীভুক্ত। এদের পৃথকীকরণের ক্ষেত্রে সাধারণতঃ পেপার ক্রোমাটোগ্রাফির প্রয়োগ করা হয়।
পেপার ক্রোমাটোগ্রাফি একটি বিভাজন (partition) ক্রোমাটোগ্রাফি। এক্ষেত্রে স্থির দশা হচ্ছে, পেপারের পৃষ্ঠদেশে বিদ্যমান সেলুলোজ শোষিত পানি এবং সচল দশা হলো কতিপয় দ্রাবকের মিশ্রণ। ক্রোমাটোগ্রাফির পরিস্ফুটনের প্রাক্কালে মিশ্রণের অন্তর্গত উপাদানসমূহ (এক্ষেত্রে গ্লুকোজ ও ল্যাকটোজ) স্থির দশা (পানি) ও সচল দশার দ্রাবকের (এক্ষেত্রে n-বিউটানল অ্যাসিটিক এসিড পানির মিশ্রণ = 4 : 1 : 5 (v/v) মধ্যে তাদের দ্রাব্যতার পার্থক্যের ভিত্তিতে বণ্টিত হয়ে যায়। একটি নির্দিষ্ট সময় পরিস্ফুটনের পর গ্লুকোজ ও ল্যাকটোজ পেপারের বিভিন্ন স্থানে অভিবাসন করে। একই সাথে পৃথকভাবে গ্লুকোজ ও ল্যাকটোজকে মিশ্রণের সমান্তরালে প্রয়োগ করে পরিস্ফুটন করালে প্রাপ্ত অবস্থানসমূহকে মিশ্রণের পৃথককৃত অবস্থানসমূহের সাথে তুলনা করে মিশ্রণের উপাদানসমূহকে শনাক্ত করা হয়।
পৃথকীকরণকে R_f মানের মাধ্যমে শনাক্ত করা হয়। একটি নির্দিষ্ট দ্রাবক সিস্টেমে একই শর্তাবলীতে সম্পাদিত ক্রোমাটোগ্রাফিয় পরীক্ষণে R_f এর মান অভিন্ন হয়। পৃথককৃত উপাদানগুলো প্রায়শঃই বর্ণহীন হয়। একারণে পৃথককৃত স্পটসমূহকে সুনির্দিষ্ট বিকারকের মাধ্যমে দৃশ্যমান করা হয়। এক্ষেত্রে অ্যামোনিয়াক্যাল $AgNO_3$ ব্যবহার করা হয়।

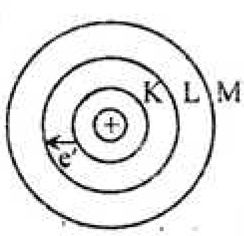


x 1 = মিশ্রণ (B পাত্রের দ্রবণ)
x 2 = গ্লুকোজ
x 3 = ল্যাকটোজ

$$R_f = \frac{\text{নমুনা কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}$$

[বিউটাল-অ্যাসিটিক এসিড পানির মিশ্রণ (4 : 1 : 5) ব্যবহার করলে গ্লুকোজের R_f মান হচ্ছে 0.18 এবং ল্যাকটোজের R_f মান = 0.09।]

প্রশ্ন ▶ ১৩



/দি. বো. ২০১৬/

ক. আয়নিকরণ বিভব কী? ১
খ. ক্রোমাটোগ্রাফির মূলনীতি লেখো। ২
গ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি ধাপান্তরের সময় শোষিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকে M শক্তিস্তরের s অরবিটালে এবং L শক্তিস্তরের s অরবিটালে একটি করে ইলেকট্রন একই দিকে ঘুরছে। এক্ষেত্রে ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জননীতি মেনে চলে— ব্যাখ্যা করো। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মোল বিচ্ছিন্ন পরমাণু থেকে একটি করে ইলেকট্রন সরিয়ে একে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন এক মোল একক ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে সেই মৌলের আয়নিকরণ বিভব বলে।

খ ক্রোম্যাটোগ্রাফি হলো মূলত একটি পৃথকীকরণ পদ্ধতি যা প্রধানত আণবিক মিশ্রণের পৃথকীকরণে ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে একটি বৃহদাকার পৃষ্ঠ তলে যেমন, (i) গ্লাস কলাম বা ব্যুরেটে একটি অধিশোষক নিয়ে তার উপরিভাগে অথবা, (ii) কোনো কঠিন অবলম্বনে তরল পদার্থের উপরে মিশ্রণকে অধিশোষিত করা হয়। এরপর তার ওপর বা মধ্য দিয়ে তরল বা গ্যাস প্রবাহিত করলে মিশ্রণের উপাদানসমূহ তাদের অধিশোষণের হারের ভিন্নতার ওপর নির্ভর করে পৃথক হয়। কোনো উপাদান অধিশোষকে কতটা অধিশোষিত হবে তা নির্ভর করে ঐ উপাদানের গঠনের ওপর। মূলত পোলার হলে অধিশোষণও বেশি হবে। অধিশোষণের মাত্রা ও সচল দশায় দ্রাব্যতার হারের ওপর ক্রোম্যাটোগ্রাফির পৃথকীকরণ নির্ভরশীল।

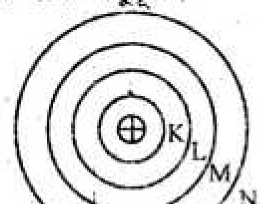
গ প্রদত্ত ইলেকট্রনটি K শেল থেকে L শেলে ধাপান্তরিত হয়।
K শেলের জন্য $n_1 = 1$
L " " $n_2 = 2$
এখন,
$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$
বা, $\frac{1}{\lambda} = 10.97 \times 10^6 \times \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right)$
$\therefore \lambda = 1.215 \times 10^{-7}$ m

এখানে,
λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য
R_H = রিডবার্গ ধ্রুবক
$= 10.97 \times 10^6\ m^{-1}$

সুতরাং শোষিত শক্তি, $E = h\frac{c}{\lambda}$
$$= 6.626 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{1.215 \times 10^{-7}} J$$
$$= 1.636 \times 10^{-18} J$$
সুতরাং, প্রদত্ত ইলেকট্রনটির K হতে L শেলে স্থানান্তরে প্রয়োজনীয় শক্তির পরিমাণ 1.636×10^{-18} J।

ঘ সৃজনশীল ১০ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৪



উক্ত উদ্দীপকের আলোকে নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

/দি. বো. ২০১৬/

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১
খ. Na^+ ও Ne এর মধ্যে কোনটির আয়নীকরণ শক্তি বেশি এবং কেন? ২
গ. প্রদত্ত উদ্দীপকের N শেল থেকে L শেলে একটি ইলেকট্রন ধাপান্তরের সময় তা থেকে নির্গত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। [$R_H = 2.18 \times 10^{-18}$J] ৩
ঘ. উদ্দীপকের পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও বর্ণালি রেখার সংখ্যা একাধিক হয়— ব্যাখ্যা করো। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশেষত তরল পদার্থে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কলয়েড কণাকে রাসায়নিক পদার্থ যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় পরিণত করার প্রক্রিয়াকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ Na^+ ও Ne এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$_{11}Na^+ (11) \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p_x^2\, 2p_y^2\, 2p_z^2$

$_{10}Ne \ (10) \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p_x^2\, 2p_y^2\, 2p_z^2$

উপরিউক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যাচ্ছে যে, উভয়েরই ইলেকট্রন বিন্যাস সমান কিন্তু Na^+ এর কেন্দ্রে 11টি প্রোটন ও Ne এর কেন্দ্রে 10টি প্রোটন বিদ্যমান। অর্থাৎ Na^+ একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করলেও প্রোটন অক্ষত থাকে।

Na^+ এর নিউক্লিয়াসে এই অতিরিক্ত প্রোটন বহি:স্থ ইলেকট্রনকে Ne অপেক্ষা বেশি আকর্ষণ করে। তাই আরও একটি ইলেকট্রন সরিয়ে নিতে হলে Na^+ এর ক্ষেত্রে এই অতিরিক্ত আকর্ষণ বলকে অতিক্রম করতে হবে। আর এ কারণেই Na^+ এর ২য় আয়নীকরণ শক্তি হয় 4562 kJ অন্যদিকে Ne এর ক্ষেত্রে তা মাত্র 2086 kJ।

গ এখানে N শেলের জন্য, $n_2 = 4$

এবং L শেলের জন্য, $n_1 = 2$

এখানে, $R_H = 2.18 \times 10^{-18} J$

ইলেকট্রন ধাপান্তরের জন্য ব্যবহৃত রিটজ (Ritz) সমীকরণ হচ্ছে,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

এক্ষেত্রে, R_H এর ব্যবহৃত মান হচ্ছে, $109678\ cm^{-1}$

সুতরাং, প্রশ্নে প্রদত্ত R_H এর মানকে Joules থেকে cm^{-1} রূপান্তর করতে হবে : $R_H\,(Joules) = R_H(m^{-1}) \times hc$

অর্থাৎ, $\frac{R_H\,(Joules)}{hc} = R_H\,(m^{-1})$

(h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, c = আলোর বেগ)

অর্থাৎ, $\frac{2.18 \times 10^{-18} J}{6.626 \times 10^{-34} J.s \times 2.998 \times 10^{8}\ ms^{-1}} = 10967800\ m^{-1}$

$= 109678\ cm^{-1}$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = 109678\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right] cm^{-1}$$

$= 109678 \times (0.25 - 0.0625)\ cm^{-1}$

$= 20564.625\ cm^{-1}$

$\lambda = \frac{1}{20564.625}\ cm$

$= 4862.7 \times 10^{-8}\ cm = 4862.7\ Å = 486.27\ nm$

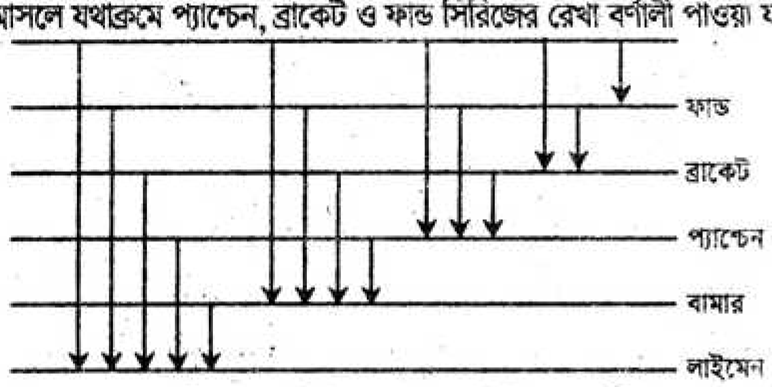
সুতরাং, নির্গত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 486.27 nm (দৃশ্যমান অঞ্চল)।

ঘ প্রদত্ত পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও বর্ণালী রেখার সংখ্যা একাধিক হয়। কারণ, তাপ প্রয়োগে ইলেকট্রনটি তাপশক্তি অর্জন করে উত্তেজিত হয়ে নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে গমন করে এবং পরবর্তীতে ঐ তাপশক্তি বিকিরণ করে Ground state এ ফিরে আসতে থাকে তখন এই শোষিত শক্তি বিকিরিত আলো হিসেবে প্রদর্শন করে।

এভাবে উচ্চ শক্তিস্তর থেকে ১ম স্তরে ইলেকট্রনগুলো ফিরে আসলে বর্ণালীর যে রেখাগুলো উৎপন্ন হয় তাই লাইমেন সিরিজ। সাধারণত অতিবেগুনী অঞ্চলে লাইমেন সিরিজ দেখা যায়।

আবার, উচ্চ শক্তিস্তর থেকে ২য় শক্তিস্তরে ইলেকট্রন ফিরে আসলে দৃশ্যমান বামার সিরিজ পাওয়া যায়।

একইভাবে, উচ্চশক্তিস্তর হতে ইলেকট্রন পর্যায়ক্রমে ৩য়, ৪র্থ ও ৫ম স্তরে আসলে যথাক্রমে প্যাশেন, ব্রাকেট ও ফান্ড সিরিজের রেখা বর্ণালী পাওয়া যায়।



চিত্র: একটি ইলেকট্রনের বিভিন্ন বর্ণালী

সুতরাং বলা যায় প্রদত্ত পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও তার বিকিরণের শক্তি এবং স্থান অনুযায়ী একাধিক বর্ণালি রেখা পাওয়া যায়।

প্রশ্ন ▶ ১৫

A পাত্র	B পাত্র
40mL; $6 \times 10^{-3}M$ $CaCl_2$ দ্রবণ 25°C	40mL; $6 \times 10^{-3}M$ NaF দ্রবণ 25°C

25°C তাপমাত্রায় CaF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = 4 \times 10^{-11}$

[কু. বো. ২০১৭]

ক. অরবিটাল কী? ১

খ. 25°C তাপমাত্রায় KNO_3 এর দ্রাব্যতা 31.6 বলতে কী বোঝ? ২

গ. A পাত্রের ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন সনাক্তকরণ পরীক্ষা সমীকরণসহ দেখাও। ৩

ঘ. A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণে CaF_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। 8

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চারদিকে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তি সম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে সে এলাকাকে অরবিটাল বলে।

খ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 গ্রাম দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে। 25°C তাপমাত্রা KNO_3 এর দ্রাব্যতা 31.6 বলতে বুঝায়, 25°C তাপমাত্রায় 31.6 g KNO_3 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করে।

গ এখানে A পাত্রে রয়েছে $CaCl_2$ দ্রবণ। এর ক্যাটায়ন হলো Ca^{2+} এবং অ্যানায়ন Cl^-।

Ca^{2+} সনাক্তকরণ : পরীক্ষানলে 1–2 mL মূল দ্রবণ নিয়ে তাতে 2–3 ফোঁটা অ্যামোনিয়াম অক্সালেট দ্রবণ যোগ করলে সাদা অধঃক্ষেপের সৃষ্টি হয় যা লঘু HCl এ দ্রবণীয়। সংগঠিত বিক্রিয়াটি হলো–

Ca^{2+} + $(COONH_4)_2$ → $(COO)_2Ca \downarrow + 2NH_4^+$

(সাদা অধঃক্ষেপ)

Cl^- সনাক্তকরণ: পরীক্ষানলে 1–2mL দ্রবণ নিয়ে 2–3 ফোঁটা $AgNO_3$ দ্রবণ যোগ করা হয়। তখন সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যা লঘু HNO_3 এ অদ্রবণীয় কিন্তু অতিরিক্ত NH_4OH এ সম্পূর্ণভাবে দ্রবণীয় হয়ে ডাইঅ্যামিন সিলভার ক্লোরাইড নামক জটিল যৌগ তৈরি করে।

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াসমূহ হলো–

$Cl^- + AgNO_3 \rightarrow AgCl \downarrow + NO_3^-$

(সাদা)

$AgCl + 2NH_4OH \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$

দ্রবণীয় ডাই অ্যামমিন সিলভার ক্লোরাইড

এভাবে উপরোক্ত বিক্রিয়া এবং বিকারক দ্বারা প্রদত্ত যৌগের বিদ্যমান ক্যাটায়ন (Ca^{2+}) এবং অ্যানায়ন (Cl^-) সনাক্ত করা যায়।

ঘ পাত্র-A ও পাত্র-B এর দ্রবণ একত্রে মিশ্রিত করলে নিম্নলিখিত বিক্রিয়া ঘটে।

$CaCl_2 + NaF \rightleftharpoons CaF_2 + NaCl$

এখানে,

40 mL 6×10^{-3} M $CaCl_2$ দ্রবণ ≡ 40 mL 6×10^{-3} M Ca^{2+} দ্রবণ

40 mL 6×10^{-3} M NaF দ্রবণ ≡ 40 mL 6×10^{-3} M F^- দ্রবণ

Ca^{2+} এর প্রকৃত ঘনমাত্রা–

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{40 \times 6 \times 10^{-3}}{80}$

$= 3 \times 10^{-3}$ M

এখানে,
Ca^{2+} এর প্রাথমিক আয়তন $V_1 = 40$ mL
Ca^{2+} এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা $S_1 = 6 \times 10^{-3}$ M
Ca^{2+} এর পরিবর্তিত আয়তন $V_2 = 80$ mL
Ca^{2+} এর পরিবর্তিত ঘনমাত্রা $S_2 = ?$

F^- এর প্রকৃত ঘনমাত্রা–

$V_1S_1 = V_2S_2$

বা, $S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2}$

$= \frac{40 \times 6 \times 10^{-3}}{80}$

$= 3 \times 10^{-3}$ M

$\therefore S_2 = 3 \times 10^{-3}$ M

এখানে,
F^- এর প্রাথমিক ঘনমাত্রা $S_1 = 6 \times 10^{-3}$M
F^- এর প্রাথমিক আয়তন $V_1 = 40$ mL
F^- এর পরিবর্তিত আয়তন $V_2 = 80$ mL
F^- এর পরিবর্তিত ঘনমাত্রা $S_2 = ?$

আবার, $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$

CaF_2 এর আয়নিক গুণফল $K_{IP} = [Ca^{+2}] . [F^-]^2$

$= S_2 \times (2S_2)^2$

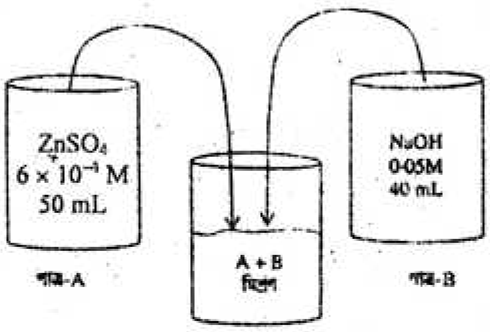
$= (3 \times 10^{-3})(6 \times 10^{-3})^2$

$= 1.8 \times 10^{-7}$

দেওয়া আছে, 25°C তাপমাত্রায় CaF_2 এর দ্রাব্যতার গুণফল, $K_{SP} = 4 \times 10^{-11}$

যেহেতু $K_{SP} < K_{IP}$, সুতরাং মিশ্রণে CaF_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶ ১৬



$Zn(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল $= 1 \times 10^{-17}$। *[কু. বো. ২০১৬]*

ক. কলয়েড কী? ১

খ. ল্যাবরেটরিতে নিরাপদ চশমা ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করো। ২

গ. A পাত্রের যৌগের দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো। ৩

ঘ. A পাত্র এবং B পাত্রের দ্রবণ দুটিকে একত্রে মিশ্রিত করা হলে কোনো অধঃক্ষেপ সৃষ্টির সম্ভাবনা আছে কিনা বিশ্লেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ (কঠিন তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে 10^{-7} থেকে 10^{-5} cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে দ্বি-দশাবিশিষ্ট স্থায়ী অসমসত্ত্ব সিস্টেম উৎপন্ন করে, তাকে কলয়েড বলে।

খ ল্যাবরেটরিতে নিম্নোক্ত কারণে নিরাপদ চশমা ব্যবহার করা প্রয়োজন–

i. রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় উদ্বায়ী পদার্থ যাতে চোখে না লাগে।

ii. কোনো তরল পদার্থকে উত্তপ্ত করলে সেটি bumping করে চোখে না লাগতে পারে এবং

iii. বোতল হতে অ্যামোনিয়া সহ অন্যান্য উদ্বায়ী দ্রবণ বের করার সময় যাতে চোখে না লেগে যায়।

গ প্রদত্ত A পাত্রের যৌগ $ZnSO_4$ সাম্যাবস্থায় দ্রবণে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:

$$ZnSO_4 \rightleftharpoons Zn^{2+} + SO_4^{2-}$$

দেওয়া আছে $ZnSO_4$ দ্রবণের ঘনমাত্রা 6×10^{-4} mol/L

সুতরাং,

$[Zn^{2+}] = 6 \times 10^{-4}$ mol/L

$[SO_4^{2-}] = 6 \times 10^{-4}$ mol/L

এখন উক্ত দ্রবণের দ্রাব্যতার গুণফল K_{sp} হলে,

$$K_{sp} = [Zn^{2+}][SO_4^{2-}]$$
$$= [6 \times 10^{-4}][6 \times 10^{-4}] = 3.6 \times 10^{-7}$$

সুতরাং, A পাত্রের যৌগের বা $ZnSO_4$ এর দ্রাব্যতার গুণফল 3.6×10^{-7}।

ঘ পাত্র A এবং B এর দ্রবণ একত্রে মিশ্রিত করলে সংঘটিত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$ZnSO_4 + 2NaOH \rightleftharpoons Zn(OH)_2 + Na_2SO_4$$

এখানে, $Zn(OH)_2$ এর $K_{sp} = 1 \times 10^{-17}$

50 mL 6×10^{-4} M $ZnSO_4$ দ্রবণ ≡ 50 mL 6×10^{-4}M Zn^{2+} দ্রবণ

40 mL 0.05 M NaOH দ্রবণ ≡ 40 mL 0.05 M OH^- দ্রবণ

মিশ্রণে Zn^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা	মিশ্রণে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা
$V_1S_1 = V_2S_2$	$V_1S_1 = V_2S_2$
বা, $50 \times 6 \times 10^{-4} = 90 \times S_2$	বা, $40 \times 0.05 = 90 \times S_2$
$\therefore S_2 = 3.33 \times 10^{-4}$ M	$\therefore S_2 = 0.022$ M

এখন, $Zn(OH)_2$ বিয়োজিত হয়ে নিম্নরূপে সাম্যাবস্থা অর্জন করে,

$$Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{2+} + 2OH^-$$

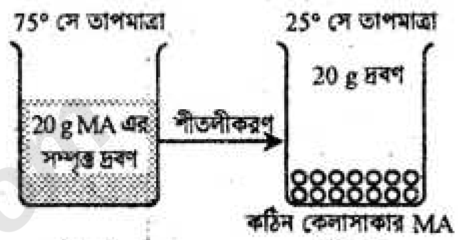
$\therefore Zn(OH)_2$ এর আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [Zn^{2+}][OH^-]^2$

$= [3.33 \times 10^{-4}][0.022]^2$

$= 1.612 \times 10^{-7}$

যেহেতু, $Zn(OH)_2$ এর ক্ষেত্রে $K_{ip} > K_{sp}$। তাই মিশ্রণে $Zn(OH)_2$ এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶ ১৭ 25°C এবং 75°C তাপমাত্রায় MA দ্রাব্যতা যথাক্রমে 25 এবং 50। চিত্র-২ এর দ্রবণে M'_2A এর অপর একটি দ্রবণ সংযুক্ত করা হল।



চিত্র-১ চিত্র-২

[কু. বো. ২০১৬]

ক. পলির বর্জন নীতিটি লেখো। ১

খ. 2d অরবিটাল অসম্ভব— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. শীতলীকরণের পর MA যৌগের কত গ্রাম কঠিন কেলাসিত পদার্থ পাওয়া যাবে? ৩

ঘ. $M_2'A$ এর সংযুক্তিতে অধিক পরিমাণ কঠিন কেলাসাকার MA প্রাপ্তির সম্ভাব্যতা বিশ্লেষণ করো। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না অর্থাৎ একটি পরমাণুতে অবস্থানরত দুটি ইলেকট্রনের মধ্যে অন্ততঃপক্ষে একটি কোয়ান্টাম সংখ্যা অবশ্যই ভিন্ন হবে।

খ সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা l এর মান n এর মানের উপর নির্ভর করে। যেখানে l এর মান 0 থেকে (n – 1) পর্যন্ত হয়। n = 2 হলে l এর মান 0, 1 হয়। 0, 1 যথাক্রমে s ও p উপশক্তি স্তর নির্দেশ করে। d উপশক্তি স্তরের জন্য l এর মান 2 হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু এখানে n = 2 হওয়ায় l মান 2 অপেক্ষা ছোট হবে। আবার দ্বিতীয় কক্ষপথে উপশক্তির স্তর ২টি যা 2s এবং 2p। তাই 2d উপশক্তিস্তর সম্ভব নয়।

গ দেওয়া আছে, 75°C তাপমাত্রায় MA এর দ্রাব্যতা = 50 অর্থাৎ 75°C তাপমাত্রায় 100 g পাতিত দ্রব 50 g MA সম্পৃক্ত অবস্থায় দ্রবীভূত থাকে।

অতএব, দ্রবণের পরিমাণ = (100 + 50) g = 150 g

150 g সম্পৃক্ত দ্রবণে পানির পরিমাণ 100 g

$\therefore$ 20 g MA " " " $\frac{100 \times 20}{150} = 13.33$ g

অতএব, 20 g সম্পৃক্ত দ্রবণে MA এর পরিমাণ = (20 – 13.33) = 6.67 g

25°C তাপমাত্রায় 13.33 g এ MA দ্রবীভূত থাকে = $\frac{25 \times 13.33}{100}$

= 3.33 g

অতএব, শীতলীকরণের পর অর্থাৎ 25°C তাপমাত্রায় কেলাসিত MA এর পরিমাণ = (6.67 – 3.33)
= 3.34g

ঘ প্রদত্ত চিত্র-২ M'_2A এর সংযুক্তিতে অধিক পরিমাণ কঠিন কেলাসাকার MA প্রাপ্তির সম্ভাবনা সমআয়ন প্রভাবের কারণে হ্রাস পাবে। দ্রবণে উপস্থিত কোন আয়ন, মিশ্রিত দ্রব্যের আয়নে উপস্থিত থাকলে মিশ্রিত দ্রব্যের আয়নের কারণে দ্রবীভূত দ্রবের দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রব্যের পরিমাণ হ্রাস পেলে কেলাসন প্রক্রিয়ায় কেলাস প্রাপ্তির সম্ভাব্যতা হ্রাস পায়।
এখানে চিত্র-২ এর পাত্রে MA দ্রব উপস্থিত। আবার চিত্র-২ এর পাত্রে M'_2A মিশ্রিত করা হলে সমআয়ন প্রভাবের কারণে চিত্র-২ পাত্রে উপস্থিত MA এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় MA এর দ্রাব্যতা S এবং দ্রাব্যতা গুণফল K_{SP} হলে, $S = \sqrt{K_{SP}}$। MA এর বিয়োজনে M^+ ও A^- এর ঘনমাত্রা $[M^+] = [A^-] = X$ হলে

$$\Rightarrow S = X = \sqrt{K_{SP}} \text{ — (1)}$$

দ্রবণে Y mol/dm^3 M'_2A মিশ্রিত করা হলে (1) নং সমীকরণটি দাঁড়ায়

$$M'_2A \rightleftharpoons M'^{+}_2 + A^-$$
$$\quad\quad Y \quad\quad\quad Y \quad\quad Y$$

$\therefore \quad K_{SP} = X(Y + X) \quad\quad \therefore X^2 + XY - K_{SP} = 0$

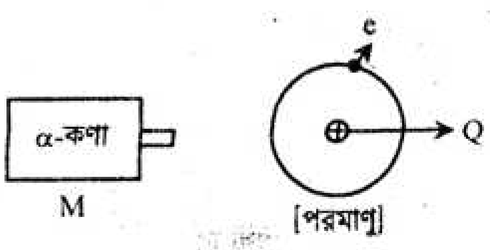
যেহেতু, XY এর তুলনায় X^2 নগণ্য

$$XY = K_{SP}$$

$$\therefore \quad S = X = \frac{K_{SP}}{Y}$$

উপরিউক্ত সমীকরণ নির্দেশ করে সমআয়ন প্রভাবের ফলে MA এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে অর্থাৎ M'_2A এর সংযুক্তিতে অধিক পরিমাণ কেলাসাকার MA প্রাপ্তির সম্ভাব্যতা বেড়ে যাবে।

প্রশ্ন ▶১৮



[চি. বো. ২০১৭]

ক. অরবিট কী? ১
খ. He^+ এর ক্ষেত্রে বোর তত্ত্ব প্রযোজ্য– ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত নির্ণয় করো। ৩
ঘ. M-কণার সাহায্যে Q বস্তুটি শনাক্তকরণের মাধ্যমে পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যা করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বোর পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেকট্রনসমূহ আবর্তনের জন্য যে কতগুলো বৃত্তাকার স্থির কক্ষপথ রয়েছে তাদেরকে অরবিট বলা হয়।

খ আমরা জানি, রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল অপেক্ষা বোর পরমাণু মডেল অধিক গ্রহণযোগ্য। কারণ বোর মডেলের অন্যতম স্বীকার্য হলো– যখন কোনো ইলেকট্রন এক শক্তি স্তর থেকে অন্য শক্তি স্তরে প্রবেশ করে তখন ঐ ইলেকট্রন দ্বারা নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষিত বা নির্গত হয়। ফলে পারমাণবিক বর্ণালীতে একটি রেখা সৃষ্টি হয়। আবার বোর পরমাণু মডেল শুধুমাত্র এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট H পরমাণু ও একক ইলেকট্রন বিশিষ্ট আয়নগুলোর (He^+, Li^{+2}) বর্ণালী ব্যাখ্যা করতে পারে। কিন্তু বহু ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণু বা আয়নের বর্ণালী ব্যাখ্যা করতে পারে না। তাই He^+ এর ক্ষেত্রে একটি ইলেকট্রন থাকায় এখানে বোর তত্ত্ব প্রযোজ্য।

গ প্রদত্ত ইলেকট্রনটির ক্ষেত্রে,
n = 1
প্লাংকের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}$Js
আমরা জানি,

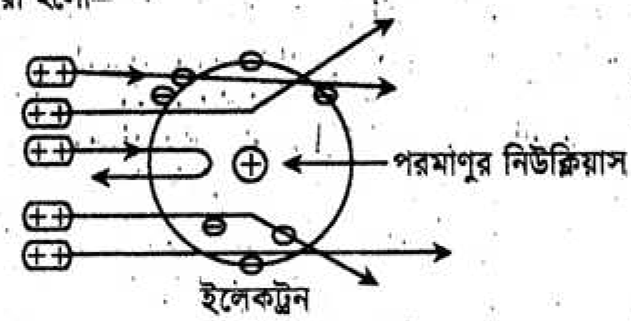
কৌণিক ভরবেগ, $mvr = \frac{nh}{2\pi}$

$$= \frac{1 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.14}$$

$$= 1.054 \times 10^{-34}\ kgm^2s^{-1}$$

সুতরাং উপরের গণনানুসারে প্রাপ্ত ইলেকট্রনটির কৌণিক ভরবেগ $1.054 \times 10^{-34}\ kgm^2s^{-1}$।

ঘ এখানে চিত্রে Q হলো পরমাণুর নিউক্লিয়াস। অপরদিকে M হলো α কণা বা হিলিয়াম নিউক্লিয়াস। এই M বা α-কণা বিচ্ছুরণের সাহায্যে প্রদত্ত Q বস্তুটি শনাক্তকরণের মাধ্যমে পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যা নিম্নে আলোচনা করা হলো–



চিত্র: α-কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষা

পরীক্ষার বর্ণনা: প্রচণ্ড শক্তিসম্পন্ন α-কণাসমূহকে একটি 0.0004 cm পুরুত্বের সোনার পাতের উপর নিক্ষেপ করা হলো এবং সোনার পাতের পেছনে জিংক সালফাইডের প্রলেপযুক্ত পর্দা রাখা হলো যার উপর পতিত α-কণা আলোকচ্ছটা সৃষ্টি করে।

পর্যবেক্ষণ:

১. প্রায় 99% α-কণাই পাত ভেদ করে সোজাসুজি চলে যায় এবং ZnS পর্দাকে আলোকিত করে।
২. তবে মাত্র কয়েকটি α-কণার পথ বেঁকে যায়।
৩. প্রায় 20,000 এর মধ্যে ১টি কণা সোজা বিপরীত দিকে ফিরে আসে।

সিদ্ধান্ত:

১. পরমাণুর অধিকাংশ স্থানই ফাঁকা। যেহেতু α-কণার তুলনায় ইলেকট্রনের ভর অতি নগণ্য, সেহেতু এর ফাঁকা স্থানে ইলেকট্রন থাকতে পারে। তবে এরা α-কণার গতিপথের কোন পরিবর্তন ঘটাতে পারে না।
২. যেহেতু খুব কমসংখ্যক α-কণা বিপরীত দিকে ফিরে আসে, এতে প্রমাণিত হয় যে, ঐ α-কণা সোজাসুজি এবং বহু ভারী কোন কিছুর সাথে সংঘর্ষে পতিত হয় এবং তা দ্বারা বিকর্ষিত হয়। অর্থাৎ পরমাণুর কেন্দ্রে পরমাণুর সমগ্র ভর অতি ক্ষুদ্র স্থান দখল করে আছে।
৩. যেহেতু α-কণা ধনাত্মক চার্জযুক্ত সেহেতু পরমাণুর কেন্দ্রও ধনাত্মক চার্জযুক্ত। ভারী ও ধনাত্মক চার্জযুক্ত এ কেন্দ্রকে নিউক্লিয়াস বলা হয়।

সুতরাং উপরের বর্ণনানুসারে M বা α-কণার বিচ্ছুরণ পরীক্ষার সাহায্যে Q বস্তু বা নিউক্লিয়াসকে সনাক্তকরণ করে সংশ্লিষ্ট পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যা করা হলো।

প্রশ্ন ▶১৯ পর্যায় সারণির চতুর্থ পর্যায়ভুক্ত মৌল 'A' এর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $(n-1)d^6ns^2$। [চি. বো. ২০১৬]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১
খ. শিখা পরীক্ষায় HCl এসিড ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. A মৌলের d-উপস্তরের ইলেকট্রনগুলোর জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মানের সেট নির্ণয় করো। ৩
ঘ. $[A(CN)_6]^{4-}$ আয়নটি রঙিন হবে কি? উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পল-বুজি ব্যালেন্সে বিমের উপরিপৃষ্ঠে বাম থেকে ডানে 0-100 পর্যন্ত যে 100 টি দাগ আছে রাইডারকে সেই দাগের একঘর বাম থেকে ডানে সরালে যে ফলপ্রসূ ওজন পাওয়া যায় তাকেই রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ অনুদ্বায়ী বা কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয়। বাষ্পীভূত অবস্থায় ধাতব ক্যাটায়ন নিকটস্থ অ্যানায়ন থেকে ইলেকট্রন গ্রহন করে বিচ্ছিন্ন ধাতব পরমাণুতে পরিণত হয়। পরে এই ধাতব পরমাণু শিখা থেকে নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো শোষণ করে উত্তেজিত হয়। আবার এই উত্তেজিত পরমাণু শক্তি বিকিরণ করে শিখায় বিশেষ বর্ণ সৃষ্টি করে পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে। এজন্য শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয়।

গ এখানে পর্যায় সারণির চতুর্থ পর্যায়ভুক্ত এবং যোজ্যতা স্তরের $(n-1)d^6ns^2$ ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট মৌলটি হলো আয়রন Fe(26)। এখন আয়রনের ইলেকট্রন বিন্যাস পূর্ণ করে পাই–

$_{26}Fe \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

এখানে Fe এর d উপস্তর অর্থাৎ $3d^6$ এর জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হলো–

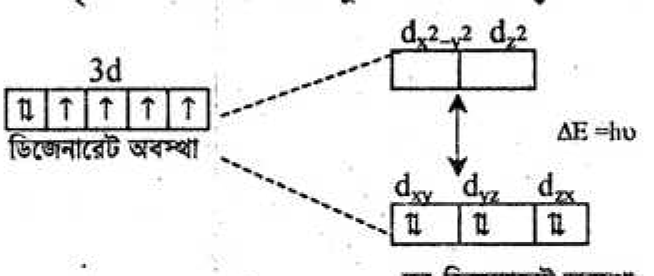
প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) = 3

সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $(l) = 2$

চুম্বকীয় এবং স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মানসমূহ নিম্নরূপ–

চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা m = 0 হতে $\pm l$ পর্যন্ত	স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s)
−2	$\pm\frac{1}{2}$
−1	$\pm\frac{1}{2}$
0	$\pm\frac{1}{2}$
1	$\pm\frac{1}{2}$
2	$\pm\frac{1}{2}$

ঘ প্রদত্ত $[A(CN)_6]^{4-}$ বা $[Fe(CN)_6]^{4-}$ আয়নটি রঙিন হবে। প্রশ্নানুসারে A মৌলের d অরবিটালে ছয়টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। অর্থাৎ এটির অরবিটাল অপূর্ণ। জটিল আয়ন $[Fe(CN)_6]^{4-}$ গঠনকালে লিগ্যান্ড সমূহ যখন অবস্থান্তর ধাতু Fe এর d অরবিটালের নিকটবর্তী হয় তখন আরার d অরবিটালের বিকর্ষণের কারণেই শক্তির সামান্য তারতম্য ঘটে। ফলে d অরবিটালসমূহ ডিজেনারেট হতে নন-ডিজেনারেট অবস্থা প্রাপ্ত হয় এবং এরা পৃথক শক্তি সম্পন্ন হয়ে দুটি আলাদা শক্তিস্তরে বিন্যস্ত হয়ে পড়ে।



চিত্র: লিগ্যান্ডের আগমনে A মৌলের অরবিটালসমূহের দুটি পৃথক শক্তিস্তরে বিন্যস্তকরণ।

এখানে শক্তিস্তরের এ পার্থক্য (ΔE) দৃশ্যমান আলোর বর্ণালীর নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হয়। ফলে বিজোড় d-ইলেকট্রন ঐ আলো শোষণ করে এবং আলোর অবশিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রং আমাদের চোখে প্রতিফলিত হয় অর্থাৎ অবস্থান্তর ধাতুর জটিল আয়ন বর্ণযুক্ত হয়।

প্রশ্ন ▶২০ দুটি যৌগ A ও B এর জলীয় দ্রবণ $K_4[Fe(CN)_6]$ এর সাথে যথাক্রমে গাঢ় নীল ও বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। A যৌগটি শিখা পরীক্ষায় কোনো বর্ণ সৃষ্টি না করলেও B যৌগ নীলাভ সবুজ বর্ণ সৃষ্টি করে। *[চ. বো. ২০১৬]*

ক. ক্রোমাটোগ্রাফি কী? ১

খ. K_c এর মান অসীম হতে পারে না কেন? ২

গ. B যৌগটিতে কোন আয়ন উপস্থিত? বিক্রিয়াসহ লেখো। ৩

ঘ. শিখা পরীক্ষায় A ও B এর মধ্যে ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ সাম্য ধ্রুবক K_c এর মান অসীম হতে পারে না। কারণ উভমুখী $A + B \rightleftharpoons C + D$ বিক্রিয়ার জন্য ভরক্রিয়ার সূত্রানুযায়ী লেখা যায়

$$K_c = \frac{[C]\,[D]}{[A]\,[B]}$$

এখানে K_c এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে, অর্থাৎ $K_c = \frac{[C]\,[D]}{0}$

কিন্তু সাম্যবস্থায় কোন বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হয় না। তাই সাম্যধ্রুবক K_c এর মান অসীম হতে পারে না।

গ প্রশ্ন অনুযায়ী, B যৌগটির জলীয় দ্রবণ $K_4[Fe(CN)_6]$ এর সাথে বিক্রিয়া করে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ দেয়।

সুতরাং প্রদত্ত B যৌগটি হলো একটি Cu^{2+} লবণ। এর জলীয় দ্রবণ বিকারক পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড $K_4[Fe(CN)_6]$ এর সাথে বিক্রিয়া করে বাদামি বর্ণের অধঃক্ষেপ দেয়। বিক্রিয়াটিকে নিম্নরূপে বর্ণনা করা হলো: একটি পরীক্ষানলে 1–2 mL কপার লবণের (Cu^{2+}) দ্রবণ নিয়ে এতে 1 –2 ফোঁটা পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করা হয়। ফলে বিক্রিয়ায় Cu(II) ফেরোসায়ানাইড এর বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। এ পর্যবেক্ষণ হতে সিদ্ধান্ত নেয়া যায় যে, B যৌগটিতে Cu^{2+} আয়ন উপস্থিত। এ পরীক্ষায় সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি হলো–

$$Cu^{2+}(aq) + K_4[Fe(CN)_6](aq) \longrightarrow \underset{\text{বাদামী}}{Cu_2[Fe(CN)_6]}\downarrow + 4K^+(aq)$$

ঘ বুনসেন বার্নারের নীল শিখায় প্রদত্ত A ও B এর লবণকে উত্তপ্ত করা হলে লবণস্থ মৌলের যোজ্যতা ইলেকট্রন তাদের নিম্নতর সুস্থিত অবস্থান থেকে উচ্চতর অবস্থানে উপনীত হয়। আবার উত্তেজিত ইলেকট্রন যখন উচ্চতর অবস্থান থেকে নিম্নতর অবস্থানে ফিরে আসে, তখন লবণস্থিত ক্যাটায়নদ্বয় শোষিত শক্তিকে বৈশিষ্ট্যমূলক তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোক রশ্মি হিসেবে বিকিরণ করে। কেবলমাত্র দৃশ্যমান অঞ্চলে (400–750 nm) বিকিরিত আলোক রশ্মিকে শিখার বর্ণে প্রত্যক্ষ করা যায়।

যেহেতু B যৌগটি Cu^{2+} এর লবণ। সুতরাং কপার (II) এর লবণকে শিখায় উত্তপ্ত করলে সবুজ বর্ণ প্রত্যক্ষ করা যায়। সবুজ বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 520–556 nm এর মধ্যে, যা আমাদের চোখ সহজেই শনাক্ত করতে পারে। সুতরাং Cu^{2+} আয়নের ক্ষেত্রে দৃশ্যমান অঞ্চলের সুনির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যে রেখা বর্ণালী প্রত্যক্ষ করা যায়। Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস হচ্ছে, $[Ar]3d^9 4s^1$। এক্ষেত্রে কেবল $4s^1$ ও 3d এর অযুগ্ম ইলেকট্রনটির ধাপান্তর হয়। এ কারণে বর্ণালী রেখাগুলোর পৃথকীকরণ সুস্পষ্ট। অপরদিকে আয়রনের ইলেকট্রন বিন্যাসে d অরবিটালে চারটি অযুগ্ম ইলেকট্রন রয়েছে। উত্তপ্ত করা হলে এ চারটি ইলেকট্রনই ধাপান্তরিত হয়। ফলে Fe এর রেখা বর্ণালীতে অনেকগুলো রেখা পাওয়া যায় এবং রেখাগুলোর খুব কাছাকাছি অবস্থানের ফলে হলুদ বর্ণ দেখা যায়। এরূপ বর্ণ আবার Na এর ক্ষেত্রেও পরিলক্ষিত হয়। আবার হলুদ বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিসর হচ্ছে, 565 – 590 nm।

তাই Fe এর ক্ষেত্রে সুনির্দিষ্ট শনাক্তকরণযোগ্য বর্ণ পাওয়া যায় না বলে Fe কে শিখা পরীক্ষায় শনাক্ত করা কঠিন।
অতএব বলা যায়, Cu ও Fe এর ইলেকট্রন বিন্যাসের ভিন্নতার কারণেই মৌল দুটির ক্ষেত্রে প্রাপ্ত শিখা বর্ণালী ভিন্নতর।

প্রশ্ন ▶২১ নিম্নের ইলেকট্রন বিন্যাসটি লক্ষ করো:
$[Ar (n-1) d^5]$ *[চ. বো. ২০১৩]*

ক. সিগমা বন্ধন কী? ১
খ. বর্জ্য বিশোধন অপেক্ষা হ্রাসকরণ উত্তম— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকের d-উপস্তরের সকল ইলেকট্রনের স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই — ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাসটি একটি ক্যাটায়নের ইলেকট্রন বিন্যাস— সত্যতা নিরূপণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অযুগ্ম ইলেকট্রনধারী দুটি পারমাণবিক অরবিটাল কিংবা সংকর অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণে সৃষ্ট সমযোজী বন্ধনকে সিগমা বন্ধন বলে।

খ ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষাকার্যে ব্যবহৃত হওয়ার পর অবশিষ্ট এবং পরীক্ষাকার্য শেষে অপ্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যগুলোকে বর্জ্য বলে।
বর্জ্য বিশোধন কিংবা ব্যবস্থাপনার মূল কাজসমূহ হলো বর্জ্য চিহ্নিত করণ, বর্জ্য স্তূপীকরণ, কনটেইনার ব্যবস্থাপনা। বর্জ্য ব্যবস্থাপনা বর্জ্যের ক্ষতিকর প্রভাব হতে পরিবেশ রক্ষা করার অন্যতম উপায়। বর্জ্য বিশোধনের বিভিন্ন প্রযুক্তি থাকলেও তা সম্পাদন করা ব্যয়বহুল এবং কিছু ক্ষেত্রে বিপদজ্জনক। পরীক্ষাগারে পরিমিত রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার রাসায়নিক বর্জ্যের অধিকতর ক্ষতিকর প্রভাব ও রসায়ন গবেষণায় ব্যয় সংকোচন করে এবং নিরাপদ পরিবেশ সৃষ্টিতে সহায়তা করে। তাই বলা যায় বর্জ্য বিশোধন অপেক্ষা হ্রাসকরণ উত্তম।

গ আমরা জানি যে, হুন্ডের নীতি অনুযায়ী একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে অবস্থান করবে যেন তারা সর্বাধিক সংখ্যায় অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে। এসব অযুগ্ম ইলেকট্রনের স্পিন একইমুখী হবে। এখানে একই শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল বলতে তিনটি p অরবিটাল, পাঁচটি d অরবিটাল ও সাতটি f অরবিটাল বোঝায়।
Mn(25) এর ইলেকট্রন বিন্যাস: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
Mn^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 d^5$
অরবিটালের ইলেকট্রন বক্স পদ্ধতিতে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়—

↿	↿	↿	↿	↿
$3d_{xy}$	$3d_{yz}$	$3d_{zx}$	$3d_{x^2-y^2}$	$3d_{z^2}$

অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলো ছক আকারে দেখানো হলো—

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n)	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (l)	উপস্তরের নাম	চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s)
3	2	3d	+2 +1 0 −1 −2	$+\frac{1}{2}$ $+\frac{1}{2}$ $+\frac{1}{2}$ $+\frac{1}{2}$ $+\frac{1}{2}$

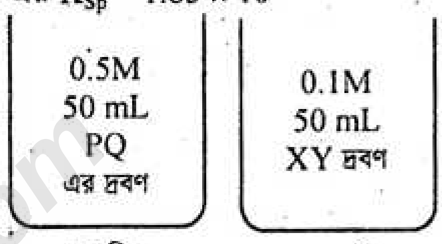
অতএব, উপরিউক্ত ছক থেকে এ কথা স্পষ্ট যে প্রদত্ত Mn এর d-উপস্তরের সকল ইলেকট্রনের স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই।

ঘ প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাসটি হলো Mn^{2+} আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস যা একটি ক্যাটায়ন।
আমরা জানি, ধনাত্মক আয়নযুক্ত আয়ন বা যৌগকে ক্যাটায়ন বলে। কোনো মৌলের পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করে ধনাত্মক আয়ন বা ক্যাটায়নে পরিণত হয়।
এখানে (Mn) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:
$Mn(25) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
ম্যাঙ্গানিজ এর শেষ শক্তিস্তর বা যোজ্যতা স্তরে 2টি ইলেকট্রন থাকায় এবং তা নিউক্লিয়াস থেকে দূরে অবস্থানের কারণে নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জ দ্বারা এটি দুর্বলভাবে আকর্ষিত থাকে। ফলে মৌলটি সহজেই 2টি ইলেকট্রন অপসারণ করে এবং সর্বশেষ স্তরে অর্ধপূর্ণ $3d^5$ অরবিটালের উপস্থিতির কারণে সৃষ্ট আয়নটি স্থিতিশীল অবস্থাপ্রাপ্ত হয়।

$$Mn^{2+} (25) \longrightarrow [Ar]\ 3d^5$$
$$\text{বা, } [Ar]\ (n-1)d^5$$

স্বাভাবিক অবস্থার পরমাণুর (এক্ষেত্রে Mn এর) ইলেকট্রন ও প্রোটন সংখ্যা সমান থাকে। কিন্তু এখানে 2টি ইলেকট্রন ত্যাগের কারণে বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেকট্রনের তুলনায় নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জের পরিমাণ দুই একক বেড়ে যায়। তখন এটি দ্বিধনাত্মক চার্জযুক্ত পরমাণুতে বা ক্যাটায়নে পরিণত হয়। সুতরাং প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাসটি একটি ক্যাটায়নের ইলেকট্রন বিন্যাস।

প্রশ্ন ▶২২ PY_2 এর $K_{sp} = 1.85 \times 10^{-8}$



১ম চিত্র ২য় চিত্র

[সি. বো. ২০১৭]

ক. R_f কী? ১
খ. সমআয়ন প্রভাবের ফলে দ্রাব্যতা হ্রাস পায় কেন? ২
গ. ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে $[P^{2+}]$ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রণে PY_2 অধঃক্ষিপ্ত হবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেপার ক্রোমাটোগ্রাফীতে উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাতকে R_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ স্থির উষ্ণতায় কোন দ্রাবকে একটি দ্রব যোগ করতে থাকলে প্রথম দিকে তা দ্রবীভূত হয় এবং পরে এক পর্যায়ে দ্রবটি আর দ্রবীভূত না হয়ে নিচে জমা হতে থাকে। এ অবস্থায় যে দ্রবণ উৎপন্ন হয় তাকে সম্পৃক্ত দ্রবণ বলে। এটি একটি উভমুখী প্রক্রিয়া এবং দ্রবণের এ অবস্থাকে দ্রবণের সাম্যাবস্থা বলে। সাম্যাবস্থায় থাকাকালীন বাহির হতে আরো সম আয়ন যোগ করলে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থায় বাম দিকে সরে যাবে এবং দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে। যেমন—
$KCl(s) + H_2O \rightleftharpoons K^+(aq) + Cl^-(aq)$
উপরোক্ত বিক্রিয়ায় বাহির হতে K^+ আয়ন যোগ করলে এর সাম্যাবস্থা বামে সরে যাবে এবং KCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস করবে।

গ পাত্র দুটির দ্রবণ একসাথে মিশ্রিত করলে নিম্নলিখিত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়—
$PQ + 2XY \longrightarrow PY_2 + QX_2$
এখানে, $PY_2 \rightleftharpoons P^{2+} + 2Y^-$

$\therefore P^{2+}$ এর ঘনমাত্রা $[P^{2+}] = \frac{VS}{V_{total}}$
$\Rightarrow [P^{2+}] = \frac{50 \times 0.5}{100}$
$\Rightarrow [P^{2+}] = 0.25$ M

এখানে,
আয়তন, V = 50 mL
দ্রাব্যতা, S = 0.5 M
সমগ্র আয়তন, V_{total} = (50+50) mL = 100 mL

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত $[P^{2+}]$ এর মান হলো 0.25M।

ঘ দ্রবণ দুটিকে মিশ্রিত করলে নিম্নলিখিত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়–

$PQ + 2XY \longrightarrow PY_2 + QX_2$

এখানে, $PY_2 \rightleftharpoons P^{2+} + 2Y^-$

আয়নিক গুণফল,

$\therefore K_{IP} = [P^{2+}][Y^-]^2$ .... (i)

গ নং হতে $[P^{2+}] = 0.25$ M

Y^- এর ঘনমাত্রা,

$\therefore [Y^-] = \frac{VS}{V_{total}} = \frac{50 \times 0.1}{100}$ M $= 0.05$ M

এখানে,
আয়তন, $V = 50$ mL
দ্রাব্যতা, $S = 0.1$ M
সমগ্র আয়তন, $V_{total} = (50 + 50)$ mL $= 100$ mL

$\therefore$ (i) নং হতে পাই,

$K_{IP} = (0.25) \times (0.05)^2$
$= 6.25 \times 10^{-4}$ mol³/L³

দেওয়া আছে, PY_2 এর $K_{SP} = 1.85 \times 10^{-8}$

এখানে যেহেতু আয়নিক গুণফল, K_{IP} > দ্রাব্যতা গুণফল, K_{SP}

সুতরাং PY_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶২৩ A, B ও C তিনটি যৌগ যাদের স্ফুটনাংক যথাক্রমে 46°C, 78°C ও 100°C। *[সি. বো. ২০১৬]*

ক. মল্ট কী? ১

খ. ১ম গ্রুপের মৌলসমূহ সহজে দ্বিধনাত্মক আয়ন গঠন করে না— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. B যৌগের বিশুদ্ধতা কীভাবে নির্ণয় করবে? ৩

ঘ. A, B ও C যৌগের মিশ্রণ হতে উপাদানসমূহ বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথকীকরণে কোন পদ্ধতি অধিকতর উপযোগী? বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বার্লির দানাকে পানিতে 15°C তাপমাত্রায় অন্ধকারে খোলা অবস্থায় রেখে দিলে বার্লির দানা অঙ্কুরিত হয় এবং অঙ্কুরিত শুষ্ক বার্লির দানার গুঁড়াই হলো মল্ট।

খ ১ম গ্রুপের মৌলসমূহের সর্ববহিঃস্তরে s^1 ইলেকট্রন বিন্যাস থাকে। তাই, ১ম গ্রুপের মৌলসমূহ খুব সহজেই সর্ববহিঃস্তরের একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ন্যায় স্থিতিশীল ইলেকট্রন কাঠামো অর্জন করে একক ধনাত্মক আয়ন গঠন করে। অপরদিকে, দ্বিধনাত্মক আয়ন গঠন করতে হলে সর্ববহিঃস্তর থেকে দুইটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে হবে। কিন্তু দ্বিতীয় ইলেকট্রনটি বর্জন করতে হলে এই স্থিতিশীল কাঠামো ভাঙ্গাতে হয়। ফলে প্রচুর শক্তির প্রয়োজন। তাই, ১ম গ্রুপের মৌলসমূহ সহজে দ্বিধনাত্মক আয়ন গঠন করে না।

গ প্রদত্ত B যৌগের বিশুদ্ধতা নির্ণয়ে সাধারণ পাতন পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। তাপ প্রয়োগে তরলকে বাষ্পে রূপান্তর ও শীতলীকরণে ঘনীভূত হয়ে পুনরায় তরল পদার্থে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে পাতন বলে। এই পাতন প্রক্রিয়ার সাহায্যে দুই তরল পদার্থের মিশ্রণ থেকে পরস্পরকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথক করা যায়।

সর্বপ্রথমে বিশোধনের জন্য অবিশুদ্ধ তরলকে পাতন ফ্লাস্কে নিয়ে এর মুখে কর্কের মাধ্যমে একটি থার্মোমিটার এর বালবকে ফ্লাস্কের পার্শ্বনলের মুখ বরাবর রেখে যুক্ত করা হয়। এবার পাতন ফ্লাস্কটিকে তার জালির উপর রেখে উত্তপ্ত করা হয় এবং একই সময়ে পার্শ্ব বাহুতে একটি লিবিগ শীতক সংযুক্ত করে নিচের দিক থেকে উপরের দিকে ভেতরে ঠান্ডা পানির প্রবাহ চালনা করা হয়। এই অবস্থায় ফ্লাস্কে তাপ প্রয়োগ করলে থার্মোমিটারে প্রথমে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে পরে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় স্থির থাকে। তখন সে তাপমাত্রার তরলটি বাষ্পীভূত হতে থাকে এবং শীতকে ঘনীভূত হয়ে বিশুদ্ধ তরলরূপে গ্রাহক পাত্রে জমা হয়।

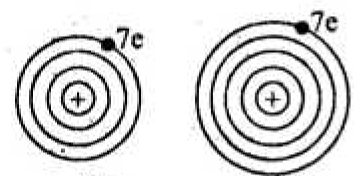
এভাবে সাধারণ পাতন প্রক্রিয়ায় প্রদত্ত B যৌগের বিশুদ্ধতা নির্ণয় করা হয়।

ঘ এখানে A, B ও C যৌগের মিশ্রণ হতে উপাদানসমূহ বিশুদ্ধ অবস্থায় পৃথকীকরণে আংশিক পাতন পদ্ধতি ব্যবহার অধিকতর উপযোগী। এই পদ্ধতির উপযোগীতা কারণসহ বিশ্লেষণ করা হলো–

উপাদানসমূহের স্ফুটনাঙ্কের ব্যবধান 40°C এর কম। তাই পাতন ফ্লাস্ক ও শীতকের মাঝখানে 'অংশ কলাম' নামক সাহায্যকারী শীতক ব্যবহার করে পাতন প্রক্রিয়ায় তরল উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ সম্ভব হয়। অংশ কলাম ব্যবহার করে পাতন প্রক্রিয়ায় মিশ্রণের তরল উপাদানকে পৃথক করার পদ্ধতিকে আংশিক পাতন বলে। এখানে উল্লেখিত যৌগসমূহের স্ফুটনাংক যথাক্রমে A (46°C), B(78°C) এবং C(100°C)। এই ৩টি উপাদানে মিশ্রণকে পাতন ফ্লাস্কে নিয়ে উত্তপ্ত করলে তিনটি তরল পদার্থের বাষ্পই উপরে উঠে। তবে অংশ কলামের মধ্য দিয়ে বাষ্প উপরে উঠার সময় কম উদ্বায়ী B ও C-এর (78° ও 100°C) বাষ্প ঘনীভূত হয়ে পাতন ফ্লাস্কে ফিরে আসে। কিন্তু সর্বাধিক উদ্বায়ী A(46°C)-এর বাষ্প অংশ কলাম থেকে লিবিগ শীতকে ঢুকে যায় এবং ঘনীভূত হয়ে গ্রাহক পাত্রে সংগৃহীত হয়। A এর পাতন শেষ হলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং 78°C তাপমাত্রায় দ্বিতীয় তরলের (B) পাতন শুরু হয়। আবার লিবিগ শীতকের অপর প্রান্তে নতুন গ্রাহক পাত্র সংযুক্ত করে এ তরলটি সংগ্রহ করা হয়। সবশেষে 100°C তাপমাত্রায় তৃতীয় তরলটি সংগৃহীত হয়। এভাবে মিশ্রণের প্রতিটি উপাদানকে বিশুদ্ধরূপে পৃথক করা যায়।

তাই বলা যায় এখানে উপাদান মিশ্রণ থেকে উপাদানসমূহকে পৃথকীকরণে আংশিক পাতন পদ্ধতি উপরে বর্ণনানুসারে সবচেয়ে কার্যকর।

প্রশ্ন ▶২৪



A মৌল B মৌল

[সি. বো. ২০১৬]

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১

খ. গ্রুপ-I এর হ্যালাইডসমূহ জলীয় দ্রবণে কিভাবে থাকে? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. 'A' মৌলের সর্বশেষ শক্তি স্তরের একটি ইলেকট্রনের কৌণিক বেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. A ও B মৌলদ্বয়ের ভৌত অবস্থা একই না হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ গ্রুপ I এর মৌলগুলো হ্যালোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে হ্যালাইড তৈরি করে। এদের হ্যালাইডসমূহ জলীয় দ্রবণে হাইড্রক্সাইড তৈরি করে এবং এই হাইড্রক্সাইড যৌগগুলো তীব্র ক্ষারক। এর কারণ হলো 1 নং গ্রুপের ক্ষারীয় মৌল ও অক্সিজেনের ইলেকট্রোনেগেটিভিটির পার্থক্য। অক্সিজেন ও এই ক্ষারীয় মৌলের ইলেকট্রোনেগেটিভিটির পার্থক্য অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের ইলেকট্রোনেগেটিভিটি পার্থক্য অপেক্ষা বেশি হওয়ায় M–OH যৌগটি সহজে বিয়োজিত হয়ে M^+ ও OH^- আয়ন উৎপন্ন করে। যেহেতু জলীয় দ্রবণে OH^- আয়ন উৎপন্ন হয় তাই গ্রুপ I এর হ্যালাইডসমূহ ক্ষারকীয় হয়।

$MX + H_2O \rightarrow MOH + HX$

M = গ্রুপ I এর মৌল

X = হ্যালোজেন

গ প্রদত্ত A মৌলের সর্বশেষ শক্তি স্তরের 7টি ইলেকট্রন তৃতীয় প্রধান শক্তি স্তরে আছে। সুতরাং A মৌলের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 17টি।

এখানে, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$
$n = 3$
$h = 6.624 \times 10^{-34}$ Js
$m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg
$Z = 17$
$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

∴ শেষ কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,

$$r = \frac{\epsilon_0 n^2h^2}{\pi m Z e^2}$$

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \times (6.624 \times 10^{-34})^2}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 17 \times (1.6 \times 10^{-19})^2}\text{m}$$

$\therefore r = 18.5 \times 10^{-11}$ m

∴ কৌণিক বেগ,

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

$$\therefore v = \frac{3 \times 6.624 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 18.015 \times 10^{-11}}$$

$$= 1.929 \times 10^6 ms^{-1}$$

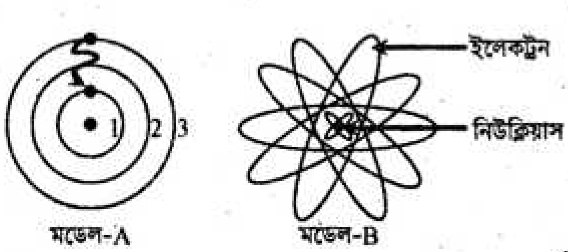
সুতরাং A মৌলের সর্বশেষ শক্তি স্তরের কৌণিক বেগ $1.929 \times 10^6 ms^{-1}$।

ঘ প্রদত্ত A মৌলটির মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 17টি। সুতরাং মৌলটি হলো Cl_2। আবার B মৌলটির মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 35টি। সুতরাং মৌলটি হবে Br_2 এবং এরা উভয়েই হ্যালোজেন। হ্যালোজেন অর্থাৎ একই গ্রুপের মৌল হওয়া সত্ত্বেও এদের ভৌত ধর্মে বেশ কিছু পার্থক্য দেখা যায়। এর কারণসমূহ নিম্নে আলোচনা করা হলো—

হ্যালোজেনসমূহের স্ফুটনাঙ্ক গ্রুপের উপর থেকে নিচে গেলে বৃদ্ধি পায় কারণ ভ্যান্ডার ওয়ালস বল পরমাণুগুলোর মধ্যে বৃদ্ধি পায়। আবার যত নিচের দিকে যাওয়া যায় পরমাণুর আকার তত বাড়ে ও পারমাণবিক ভরও বাড়ে। তাই Br_2 এর স্ফুটনাঙ্ক 59 ও Cl_2 এর –35। এই পরিবর্তন তাদের ভৌত দশাতেও পরিবর্তন নিয়ে আসে। ফলে গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে গ্যাস থেকে তরল অবস্থার সৃষ্টি হয়। আর এ কারণেই Br_2 লালচে বাদামী বর্ণের তরল ও Cl_2 সবুজাভ গ্যাস।

আবার, Br_2 এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা Cl_2 অপেক্ষা কম। কারণ Br_2 এর আকার বড় হওয়ায় শেষ কক্ষপথের ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বল Cl_2 এর তুলনায় কম থাকে। তাই Cl_2 এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3 ও Br_2 এর 2.8। আবার ইলেকট্রন আসক্তিও Cl_2 থেকে Br_2 এ হ্রাস পায়। কারণ Cl_2 এর আকার Br_2 অপেক্ষা ছোট। সুতরাং উপরোক্ত বর্ণনার আলোকে প্রমাণিত হয় যে, A ও B মৌলের ভৌত অবস্থা একই নয়।

প্রশ্ন ▶২৫



/সি. বো. ২০১৫/

ক. সবুজ রসায়ন কী?
খ. পানির pH এর মান 7 কেন? ২
গ. উদ্দীপকে ধাপান্তরে সৃষ্ট বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩
ঘ. A ও B মডেলের কোনটি অধিকতর উপযোগী — কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্ষতিকর পদার্থের উৎপাদন এবং ব্যবহার হ্রাসকরণ অথবা বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও রাসায়নিক প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগই হলো সবুজ রসায়ন।

খ বিশুদ্ধ পানির ক্ষেত্রে $[H^+] = [OH^-]$

আমরা জানি, পানির আয়নিক গুণফল $= 1 \times 10^{-4}$

$\therefore\ [H^+][OH^-] = 10^{-14}$

যেহেতু পানিতে H^+ ও OH^- আয়নের ঘনমাত্রা সমান। সুতরাং,

$\Rightarrow\ [H^+][H^+] = 10^{-14}$

$\Rightarrow\ [H^+]^2 = [10^{-7}]^2$

$\therefore\ [H^+] = 10^{-7}$

$\therefore\ \log [H^+] = \log 10^{-7}$

$\Rightarrow\ -\log [H^+] = -\log 10^{-7}$

$\therefore\ pH = 7$

উপরোক্ত গণনার ভিত্তিতে দেখা যাচ্ছে যে পানির pH = 7।

গ এখানে, ইলেকট্রনটি ৩য় শক্তিস্তর থেকে ১ম শক্তিস্তরে নেমে এসেছে।

সুতরাং এখানে, $n_1 = 1;\ n_2 = 3$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$ [রিডবার্গ ধ্রুবক; $R_H = 109678\ cm^{-1}$]

$$= 109678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$= 97491.55\ cm^{-1}$$

$\therefore \lambda = 1.025 \times 10^{-5}$cm

সুতরাং প্রদত্ত ধাপান্তরে প্রাপ্ত বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য হলো 1.025×10^{-5} cm।

ঘ সৃজনশীল ৯ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶২৬ $[_{30}M(NH_3)_4]^{2+}$

/সি. বো. ২০১৫/

ক. সাম্য ধ্রুবক কী? ১
খ. প্রভাবক কীভাবে বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করে? ২
গ. M এর সনাক্তকরণ পরীক্ষাটি সমীকরণসহ লেখো। ৩
ঘ. উদ্দীপকটি জটিল দ্রবণের বর্ণের প্রকৃতি বিশ্লেষণ করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থসমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল এবং বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী পদার্থসমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফলের অনুপাতকে সাম্যধ্রুবক বলে।

খ প্রভাবকের সামান্য উপস্থিতি কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিকে প্রভাবিত করে এবং বিক্রিয়া শেষে পদার্থটির ভর ও গঠন অপরিবর্তিত থাকে। প্রভাবকের উপস্থিতি বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি কমিয়ে দেয় এবং বিক্রিয়াকে বিকল্প বা সরলতম পথ প্রদান করে। এটি কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ করে না। এরা বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি কমিয়ে দিয়ে বেশি সংখ্যক অণুকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযোগী করে তোলে। ফলে বিক্রিয়ার গতিবেগ বৃদ্ধি পায়।

যেমন : $2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2KCl + 3O_2$

এখানে, MnO_2 একটি প্রভাবক।

গ যেহেতু M এর পারমাণবিক সংখ্যা 30 এবং এটি বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করে তাই M মৌলটি Zn।

Zn এর শনাক্তকরণ পরীক্ষা:

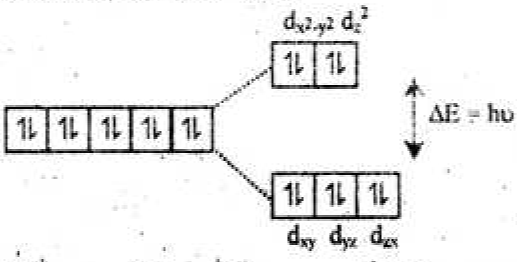
জিংক লবণের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করলে জিংক ফেরোসায়ানাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এটি জিংক আয়ন (Zn^{2+}) সনাক্তকরণের নিশ্চিতকরণ পরীক্ষা।

$2\,ZnSO_4(aq) + K_4[Fe(CN)_6]\,(aq) \rightarrow Zn_2\,[Fe(CN)_6]\,(s) + 2K_2SO_4(aq)$

পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড — সাদা

ঘ উদ্দীপকের জটিল আয়নটি প্রকৃতপক্ষে টেট্রা অ্যামমিন জিংক (II) জটিল আয়ন বা $[Zn(NH)_3)_4]^{2+}$। এ জটিল আয়ন গঠনকালে লিগ্যান্ডের (NH_3) অরবিটাল Zn ধাতুর d-অরবিটালের নিকটবর্তী হলে

বিকর্ষণের কারণে d-অরবিটালের মধ্যে শক্তির সামান্য উর্ধ্বমুখী ও নিম্নমুখী পার্থক্য ঘটে। একে d-অরবিটালের নন-ডিজেনারেট অবস্থা বলে। ফলে পাঁচটি d-অরবিটাল সামান্য পৃথক শক্তিসম্পন্ন (ΔE) হয়ে দুটি পৃথক শক্তিস্তরে বিন্যস্ত হয়ে পড়ে।



তখন দুটি শক্তিস্তরের মধ্যে শক্তির যে পার্থক্য (ΔE) হয়, তা যদি দৃশ্যমান আলোর বর্ণালির নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হয়, তবে বিজোড় d ইলেকট্রন ঐ আলো শোষণ করে এবং আলোর অবশিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রং আমাদের চোখে প্রতিফলিত হয় তথা ঐ ধাতব জটিল আয়ন বর্ণযুক্ত হয়। জটিল জিংক আয়নের (Zn^{2+}) ইলেকট্রন বিন্যাসে d^{10} ইলেকট্রন বিন্যাস আছে। তাই এক্ষেত্রে d-অরবিটালের ইলেকট্রনগুলোর শক্তি শোষণ করে d–d স্থানান্তরিত হওয়ার মতো কোনো সুযোগ নেই। ফলে প্রদত্ত $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ এর জটিল দ্রবণ বর্ণহীন হয়।

প্রশ্ন ▶ ২৭ 250 g M_2A এর দ্রবণে M_2A এর দ্রাব্যতা তাপমাত্রার সাথে নিম্নরূপে পরিবর্তিত হয়। M ও A এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 1 ও 16।

তাপমাত্রা (°C)	দ্রাব্যতা
25	28
45	37

/য. বো. ২০১৭/

ক. প্রভাবক বিবর্ধক কী? ১

খ. ইথার পাতনের সময় সম্পূর্ণরূপে অনার্দ্র করা হয় না কেন? ২

গ. দ্রবণটিকে উচ্চ তাপমাত্রা হতে নিম্ন তাপমাত্রায় নিয়ে গেলে কি পরিমাণ দ্রব্য কেলাসিত হবে? ৩

ঘ. দ্রবণটিতে MZ(Z-এর পারমাণবিক সংখ্যা 17) যোগ করলে M_2A এর দ্রাব্যতা কি পরিবর্তিত হবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল বস্তু নিজে বিক্রিয়ার গতিকে প্রভাবিত করতে পারে না কিন্তু প্রভাবকের সাথে উপস্থিত থেকে বিক্রিয়ার গতিকে বৃদ্ধি করে তাদেরকে প্রভাবক বিবর্ধক বলা হয়।

খ ইথার পাতনের সময় সম্পূর্ণরূপে অনার্দ্র করা হয় না কারণ বিশুদ্ধ ইথার বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পার অক্সাইড যৌগ গঠন করে ফলে পাতনকালের শেষের দিকে বিস্ফোরণ ঘটার সম্ভাবনা থাকে। ইথারের সাথে বায়ুর অক্সিজেনের সংযোগে গঠিত বিক্রিয়া হলো–

$$C_2H_5-O-C_2H_5+\frac{1}{2}O_2 \longrightarrow C_2H_5-O-O-C_2H_5$$

ডাই-ইথাইল ইথার ডাই ইথাইল পারঅক্সাইড

গ 45°C তাপমাত্রায় দ্রবীভূত H_2S এর ভর $= \frac{37 \times 250}{100}$ g
$= 92.5$ g

25°C তাপমাত্রায় দ্রবীভূত H_2S এর ভর $= \frac{28 \times 250}{100}$ g
$= 70$ g

∴ 45°C তাপমাত্রা হতে 25°C তাপমাত্রায় শীতল করলে কেলাসিত H_2S এর পরিমাণ হবে $= (92.5 - 70)$ g
$= 22.5$ g

সুতরাং 22.5 g H_2S দ্রবণ থেকে কেলাসিত হবে।

ঘ যেহেতু M ও A এর পারমাণবিক সংখ্যা 1 ও 16 তাই M ও A মৌলদ্বয় হলো হাইড্রোজেন (H) ও সালফার (S)। সুতরাং M_2A যৌগটি হবে H_2S। এই H_2S হলো স্বল্প দ্রবণীয় পদার্থ এবং নিম্নোক্তভাবে বিয়োজিত হয় :

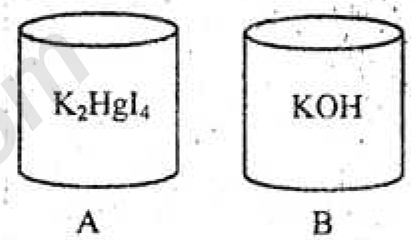
$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$$
$$K_{sp} = [2H^+]^2 . [S^{2-}]$$

উক্ত দ্রবণটিতে তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ HCl (MZ, Z = 17) যোগ করা হলে H_2S এর দ্রাব্যতা হ্রাস ঘটবে। কারণ এতে সমআয়ন H^+ বিদ্যমান। তখন নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় H_2S এর সম্পৃক্ত দ্রবণে H^+ ও S^{-2} আয়নের ঘনমাত্রার গুণফল সর্বদা ধ্রুবক থাকে।

এ গুণফলের মান ঐ তাপমাত্রায় দ্রবটির দ্রাব্যতার গুণফলের সমান। এখন H_2S দ্রবের সম্পৃক্ত দ্রবণে যদি সম-আয়ন বিশিষ্ট তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ HCl যোগ করা হয় তাহলে সেক্ষেত্রে দ্রবণে সমআয়ন H^+ এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধি ঘটবে। কিন্তু নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় K_{sp} এর মান নির্দিষ্ট। কাজেই K_{sp} এর মান স্থির রাখার জন্য কিছু পরিমাণ সমআয়ন H^+, S^{-2} আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে অদ্রবণীয় H_2S উৎপন্ন করবে। এর ফলে H_2S এর দ্রাব্যতার হ্রাস ঘটে।

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় মূলত সমআয়ন প্রভাবের কারণে H_2S এর সম্পৃক্ত দ্রবণে HCl অর্থাৎ, H^+ যোগ করার ফলে H_2S এর দ্রাব্যতার হ্রাস ঘটবে।

প্রশ্ন ▶ ২৮



$$X_2SO_4(aq) + (A + B) \longrightarrow \text{বাদামী অধঃক্ষেপ}$$

/য. বো. ২০১৭/

ক. প্রতিনিধি মৌল কী? ১

খ. সালফিউরিক এসিডপূর্ণ বিকারক বোতল কাঠের তৈরি সেলফে রাখা হয় না কেন? ২

গ. X^+ আয়নটি বিক্রিয়াসহ সনাক্ত করো। ৩

ঘ. B দ্রবণের পরিবর্তে $Ba(OH)_2$ ব্যবহার করলে X^+ আয়নটি সনাক্তকরণের জটিলতা যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্রুপ- 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 ও 18 এর মৌলসমূহকে প্রতিনিধি মৌল বলে।

খ সালফিউরিক এসিড একটি শক্তিশালী নিরুদক পদার্থ। তাই এটি অন্য কোনো পদার্থের সংস্পর্শে আসলে ঐ পদার্থ থেকে পানি শুষে নেয়। কাঠের প্রধান উপাদান হলো সেলুলোজ। কাঠের গঠন ঠিক রাখার জন্য সেলুলোজে নির্দিষ্ট মাত্রার পানি বজায় রাখতে হয়। কিন্তু কাঠের তৈরি সেলফে সালফিউরিক এসিডপূর্ণ বোতল রাখলে কাঠ তখন পানি হারিয়ে ভঙ্গুর হয়ে যায়। তাই সালফিউরিক এসিড পূর্ণ বিকারক বোতল কাঠের সেলফে রাখা হয় না।

গ প্রদত্ত A ও B পাত্রের মিশ্রণ হলো নেসলার দ্রবণ। কারণ আমরা জানি ক্ষারযুক্ত পটাশিয়াম মারকিউরিক আয়োডাইড হলো নেসলার দ্রবণ। আর নেসলার দ্রবণ অ্যামোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়। তাই বলা যায় বিক্রিয়ায় X_2SO_4 হলো $(NH_4)_2SO_4$। সুতরাং X^+ আয়নটি হলো NH_4^+ আয়ন।

একটি টেস্ট টিউবে 2 – 1 mL প্রস্তুতকৃত বর্ণহীন NH_4^+ দ্রবণ নিয়ে তাতে নেসলার দ্রবণ যোগ করা হলে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। এটি মূলত অ্যামিনো মারকিউরিক আয়োডাইডের অধঃক্ষেপ। উক্ত বাদামী অধঃক্ষেপ দ্বারা দ্রবণে NH_4^+ এর উপস্থিতি নিশ্চিত করা যায়।

বিক্রিয়া :

$2NH_4^+ + 2KOH = 2K^+ + 2NH_3 + 2H_2O$

$2K_2[HgI_4](aq) + 2NH_3 \;=\; NH_2Hg_2I_3 \downarrow + NH_4I + 4KI$
বাদামী অধঃক্ষেপ

ঘ এখানে B দ্রবণ বা KOH এর পরিবর্তে $Ba(OH)_2$ ব্যবহার করা হলে NH_4^+ আয়নের সনাক্তকরণ বিক্রিয়াটি দাঁড়ায়–

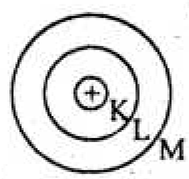
$2NH_4^+ + Ba(OH)_2 \longrightarrow Ba^{+2} + 2NH_3 + 2H_2O$

$2K_2[HgI_4] + 2NH_3 \longrightarrow NH_2Hg_2I_3 + NH_4I + 4KI$
বাদামী অধঃক্ষেপ

$Ba^{+2} + 2I^- \longrightarrow BaI_2 \downarrow$
সাদা অধঃক্ষেপ

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে B দ্রবণের পরিবর্তে $Ba(OH)_2$ ব্যবহার করা হলে তা নেসলার বিকারকে বিদ্যমান আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া করে BaI_2 এর সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে যা $NH_2Hg_2I_3$ এর বাদামী অধঃক্ষেপ সনাক্তকরণের ক্ষেত্রে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করে। তাই NH_4^+ আয়ন সনাক্তকরণে $Ba(OH)_2$ ব্যবহৃত হয় না।

প্রশ্ন ▶ ২৯



[য. বো. ২০১৬]

ক. সেমি-মাইক্রো অ্যানালাইটিক্যাল পদ্ধতি কী? ১

খ. সাধারণ তাপমাত্রায় H_2O তরল কিন্তু H_2S গ্যাস— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. l ও m এর মান হিসাব করে M শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. L শক্তিস্তরে 2d ও 3f অরবিটাল সম্ভব কিনা তোমার মতামত ব্যাখ্যা করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রাসায়নিক উপাদানের শনাক্তকরণ ও পরিমাণগত বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে যে পদ্ধতিতে 10 mg থেকে 50 mg পরিমাণ রাসায়নিক উপাদান ব্যবহার করা হয় তাকে সেমি-মাইক্রো অ্যানালাইটিক্যাল পদ্ধতি বলে।

খ অক্সিজেন ও সালফার পর্যায় সারণীর একই অর্থাৎ 14তম গ্রুপের মৌল এবং এদের হাইড্রাইড যথাক্রমে H_2O ও H_2S। তাই এদের ধর্মে গ্রুপভিত্তিক সাদৃশ্য থাকাটাই খুব স্বাভাবিক। কিন্তু কক্ষ তাপমাত্রায় H_2S গ্যাসীয় এবং H_2O তরল। কারণ H_2O অণুতে H পরমাণুর সাথে যুক্ত O_2 অতিশয় তড়িৎ ঋণাত্মক এবং S এর চেয়ে আকারে ছোট হওয়ায় H_2O অণুতে সমযোজী বন্ধনে ডাই পোলের সৃষ্টি হয়। বন্ধনে ডাই পোলের সৃষ্টি হওয়ার কারণে H_2O এ H বন্ধন সৃষ্টি হয়। তাই H_2O তরল। অন্যদিকে H_2S এ H – S বন্ধনে স্বল্প মাত্রায় পোলারায়ন ঘটে। ফলে H_2S পৃথক অনুরূপে গ্যাসীয় রূপে অবস্থান করে।
তাই সাধারণ তাপমাত্রায় H_2O তরল কিন্তু H_2S গ্যাসীয়।

গ l এবং m এর মান হিসাব করে প্রদত্ত M শক্তি স্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করা হলো:

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	প্রধান শক্তি স্তর	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l = n - 1$	উপস্তর	উপস্তর সংখ্যা	চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	উপস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা $= 2(2l + 1)$	মোট ইলেকট্রন সংখ্যা
M	n = 3	0 1 2	3s 3p 3d	3	0 −1, 0, +1 −2, −1, 0, +1, +2	$2(2\times0+1)=2$ $2(2\times1+1)=6$ $2(2\times2+1)=10$	18

সুতরাং ছক হতে প্রাপ্ত M শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা হলো 18টি।

ঘ আমরা জানি, কোনো প্রধান শক্তি স্তরে উপস্তর সংখ্যা সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার (l) উপর নির্ভর করে। $l = 0, 1, 2, 3$ হলে ঐ শক্তি স্তরে s, p, d, f অরবিটাল সম্ভব। L শক্তিস্তরের ক্ষেত্রে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা n = 2

∴ সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা l = 0 থেকে (n – 1)
= 0 থেকে (2 – 1)
= 0 থেকে 1

তাই শর্তানুযায়ী দেখা যাচ্ছে L শক্তিস্তরে 2d অরবিটাল সম্ভব নয়। আবার 3f অরবিটালও কখনো সম্ভব নয়। কেননা এখানে L শক্তিস্তরের ক্ষেত্রে n এর সর্বোচ্চ মান 2 এবং l এর সর্বোচ্চ মান 1। এখানে 2d ও 3f অরবিটালের জন্য l এর মান হতে হবে যথাক্রমে 2 ও 3।
তাই উপরোক্ত আলোচনার যৌক্তিকতার বিবেচনায় বলা যায় L শক্তিস্তরে 2d ও 3f অরবিটাল সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ৩০

A	B	C
$CuSO_4$ + NaCl মিশ্রণ	NaCl মিশ্রণ	বেনজিন, টলুইন, মিথানল মিশ্রণ

[য. বো. ২০১৬]

ক. pH কী? ১

খ. হেসের সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২

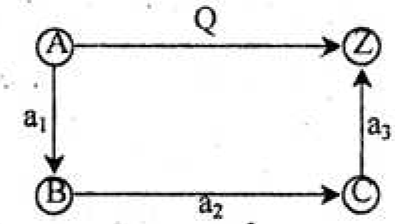
গ. B এর দ্রবণ থেকে দ্রবটি পৃথক করার ক্ষেত্রে HCl এর ভূমিকা লেখো। ৩

ঘ. আংশিক পাতন পদ্ধতি উদ্দীপকের A ও C এর মধ্যে কোন মিশ্রণকে পৃথক করার জন্য প্রযোজ্য, বিশ্লেষণ করো। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রবণে H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। গাণিতিকভাবে, $pH = -log[H^+]$

খ যদি প্রারম্ভিক অবস্থা ও শেষ অবস্থা স্থির থাকে তবে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া দুই বা ততোধিক উপায়ে এক বা একাধিক ধাপে সংগঠিত হতে পারে, তবে যেই পথই অবলম্বন করুক না কেন মোট বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।
ধরি, একটি প্রক্রিয়ায় A থেকে সরাসরি D উৎপন্ন করা হলো এবং এই বিক্রিয়ায় এনথালপির পরিবর্তন = ΔH_1। আবার একটি প্রক্রিয়া প্রথমে A থেকে B এবং এরপর B থেকে D উৎপন্ন করা হলো। যদি এই দুই ধাপে এনথালপির পরিবর্তন যথাক্রমে ΔH_2, ΔH_3 ও ΔH_4 হয়, তবে হেসের সূত্রানুযায়ী, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$



চিত্র: হেসের সূত্রের ব্যাখ্যা

গ অবিশুদ্ধ লবণকে পানিতে দ্রবীভূত করে তাপ প্রয়োগে সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। তখন দ্রবণে বিদ্যমান অদ্রবণীয় অপদ্রব্য পরিস্রাবণ প্রণালীতে পৃথক করা হয়। অতঃপর এতে গাঢ় বিশুদ্ধ HCl যোগ করা হয়। কারণ উল্লেখিত B এর দ্রবণ হলো NaCl এর মিশ্রণ এবং এই NaCl দ্রবণ নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়–

$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$

এবার যখন মিশ্রণকে শীতলীকরণ করা হয় তখন দ্রাবকে NaCl এর দ্রাব্যতা কমতে থাকে। এক্ষেত্রে HCl যোগ করাতে দ্রবণে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পাবে এবং NaCl এর দ্রাব্যতা গুণফল আয়নিক গুণফল অপেক্ষা কম হবে। ফলে শর্তানুসারে NaCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে। আর তাই দ্রবণ হতে সহজেই NaCl এর কেলাস পাওয়া যাবে। লা-

শাতেলীয়ের নীতি অনুযায়ী Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়াতে বিক্রিয়াটি বাম দিকে ধাবিত হয় এবং NaCl এর কেলাসন দ্রুত ঘটায়। তাই উপরোক্ত ব্যাখ্যার পরিপ্রেক্ষিতে বলা যায় B দ্রবণ (NaCl এর মিশ্রণ) থেকে NaCl এর দ্রুত কেলাসনের জন্য HCl ব্যবহার করা হয়।

ঘ যখন কোনো মিশ্র তরল পদার্থের উপাদানগুলোর স্ফুটনাঙ্কের ব্যবধান 20°C বা তার কম হয় তখন সাধারণ পাতন প্রণালীর সাহায্যে এদের পৃথক করা যায় না। এদের আংশিক পাতন প্রণালীর মাধ্যমে পৃথক করতে হয়।

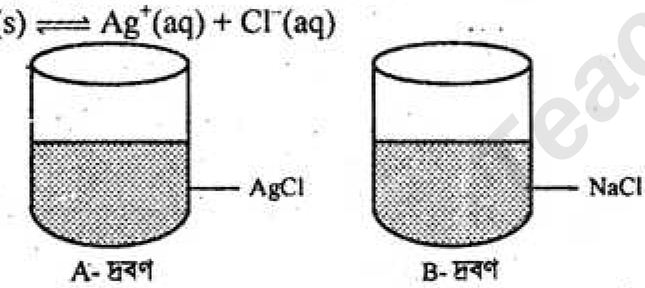
এখানে A পাত্রের উপাদানগুলো হলো $CuSO_4$ এবং NaCl। যৌগ দুটি আয়নিক যৌগ। এদের স্ফুটনাঙ্ক অনেক বেশি এবং পার্থক্য 40° তাপমাত্রার বেশি। তাই এদের আংশিক পাতন প্রণালীর মাধ্যমে পৃথক করা যাবে না। অপরদিকে C পাত্রে বিদ্যমান যৌগগুলো হাইড্রোকার্বন ও অ্যালকোহল এবং এরা আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলের মাধ্যমে তরল অবস্থায় থাকে। এদের মধ্যকার স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্যের কারণে এরা আংশিক পাতন প্রণালীর মাধ্যমে পৃথকীকরণের উপযোগী।

প্রদত্ত C মিশ্রণটিকে প্রথমে একটি পাতন ফ্লাস্কে নেওয়া হয়। এই পাতন ফ্লাস্কটিকে একটি অংশ কলামের সাথে সংযুক্ত করা হয় এবং অংশ কলামটির সাথে একটি লিবিগ শীতক যুক্ত করা হয়। অতঃপর মিশ্রণটিকে উত্তপ্ত করা হলে নির্গত বাষ্প কলামের ভিতর দিয়ে উপরে উঠতে থাকে। উক্ত বাষ্পে মধ্যে অধিক উদ্বায়ী যৌগ মিথানল (64.7°C) এর বাষ্প এর ক্রমশ উপরের দিকে প্রবাহিত হতে থাকে। অতঃপর অপেক্ষাকৃত কম উদ্বায়ী বেনজিন (80.1°C) বাষ্পীভূত হয়ে অংশ কলামে জমা হয় এবং কম উদ্বায়ী টলুইন থেকে পৃথক হয়ে যায়। এই প্রক্রিয়া ক্রমাগত চলতে থাকে এবং ফলশ্রুতিতে উপাদানসমূহ পৃথক হয়ে লিবিগ শীতকের মধ্যে ঘনীভূত হয়ে জমা হয়।

তাই উপরের পর্যালোচনা এবং যৌক্তিকতার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে, উল্লিখিত C মিশ্রণের উপাদানগুলো আংশিক পাতনের মাধ্যমে সহজে পৃথক করা যায়।

প্রশ্ন ▶৩১ 35°C তাপমাত্রায় AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল 2.458×10^{-10} নিম্নরূপে থাকে—

$AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$



[ব. বো. ২০১৬]

ক. ব্যুরেট কী? ১

খ. NaOH ও HCl এর প্রশমন তাপ এর মান ধ্রুবক— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. AgCl এর দ্রাব্যতা গণনা করো। ৩

ঘ. A দ্রবণে সামান্য পরিমাণ B দ্রবণ যোগ করা হলে 'A' এর দাব্যতার কোনো পরিবর্তন হবে কি? কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত এক প্রান্ত খোলা অন্য প্রান্ত বেশ সরু স্টপকর্কযুক্ত দাগ কাঁটা সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট কাঁচনলকে ব্যুরেট বলে।

খ এসিড ও ক্ষারের তত্ত্বানুযায়ী সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষার জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণভাবে আয়নিত হয়ে যায়।

মিশ্রণে এদের মধ্যে সত্যিকার বিক্রিয়া হচ্ছে নিম্নরূপ:

$[H^+(aq) + Cl^-(aq)] + [Na^+(aq) + OH^-(aq)] \longrightarrow [Na^+(aq) + Cl^-(aq)] + H_2O(l)$

অর্থাৎ এ ক্ষেত্রে কার্যকর বিক্রিয়া হচ্ছে

$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

এবং সমগ্র বিক্রিয়ার বিক্রিয়া এনথালপি হলো প্রকৃতপক্ষে এ বিক্রিয়ার এনথালপি। তাই সব তীব্র ক্ষার ও তীব্র এসিডের মধ্যে প্রকৃতপক্ষে উপরোক্ত এই একই বিক্রিয়া অনুষ্ঠিত হয়। তাই সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপ এর মানও ধ্রুব।

গ দেওয়া আছে, $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

ধরি, AgCl এর দ্রাব্যতা = S

এখানে,

AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = 2.458 \times 10^{-10}$

$\therefore \quad K_{sp} = [Ag^+][Cl^-]$

বা, $\quad 2.458 \times 10^{-10} = S^2$

বা, $\quad S = \sqrt{2.458 \times 10^{-10}}$

$\therefore \quad S = 1.567 \times 10^{-5}$

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে দেখা যাচ্ছে যে AgCl এর দ্রাব্যতা 1.567×10^{-5} $molL^{-1}$।

ঘ A দ্রবণের সাম্যাবস্থায় অর্থাৎ আংশিক দ্রবণীয় AgCl লবণের জলীয় দ্রবণে সাম্যাবস্থা অর্জিত হওয়ার পর যদি অন্য কোন দ্রবণ B অর্থাৎ NaCl যোগ করা হয় তাহলে AgCl এর দ্রাব্যতা পরিবর্তিত হয়। কারণ AgCl এর কোন জলীয় দ্রবণে যদি NaCl যোগ করা হয় তবে Cl^- সমআয়নের প্রভাবে দ্রবণে AgCl এর দ্রাব্যতা কমে যায়। যেমন:

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

ধরি, $[Ag^+] = [Cl^-] = x$

AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = [Ag^+][Cl^-] = x^2$

দেওয়া আছে,

AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল, $K_{sp} = 2.458 \times 10^{-10}$

$\therefore x = \sqrt{K_{sp}}$
$= \sqrt{2.458 \times 10^{-10}}$
$= 1.567 \times 10^{-5}\ molL^{-1}$

এখন, ধরা যাক, 0.01 $molL^{-1}$ NaCl যোগ করা হলো,

$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$

0.01   0.01   0.01

$\therefore \quad K_{sp} = x(0.01 + x)$ [Cl^- সম-আয়নের জন্য]
$= 0.01x + x^2$

$\therefore \quad x^2 + 0.01x - K_{sp} = 0$

0.01x এর তুলনায় x^2 অনেক নগণ্য

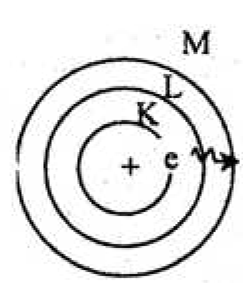
$\therefore \quad 0.01x - K_{sp} = 0$

বা, $x = \frac{K_{sp}}{0.01} = \frac{2.458 \times 10^{-10}}{0.01} = 2.458 \times 10^{-8}\ mol\ L^{-1}$

[যা 1.567×10^{-5} অপেক্ষা কম]

সুতরাং উপরিউক্ত গণনা এবং ফলাফলের বিবেচনায় দেখা যাচ্ছে যে NaCl যোগ করায় লবণের অ্যানায়ন অংশ Cl^-, AgCl এর মত একই হওয়ায় সমআয়নের প্রভাবে AgCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস পায়।

প্রশ্ন ▶৩২



[ব. বো. ২০১৭]

ক. তড়িৎ ঋণাত্মকতা কী? ১

খ. রক্তের বাফার ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের আলোকে পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত মডেলটি আলোচনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপক মডেলটি যদি হাইড্রোজেন পরমাণু হয় তাহলে ইলেকট্রনটির ধাপান্তরে শোষিত শক্তি হিসাব করে তার কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন সমযোজী যৌগের অণুতে উপস্থিত দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার তুলনামূলক ক্ষমতাকে সেই মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

খ রক্তের pH নিয়ন্ত্রণে শরীরে তিনটি বাফার সিস্টেম কাজ করে। যথা—১. কার্বনেট বাফার, ২. ফসফেট বাফার ও ৩. প্রোটিন বাফার।

১. **কার্বনেট বাফার:** শ্বসনক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2CO_3 এর বিয়োজনে সাম্যবস্থায় সৃষ্ট কার্বনেট বাফার সিস্টেমের ক্রিয়া হলো,

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

২. **ফসফেট বাফার:** রক্তে কার্যকর আর একটি বাফার সিস্টেম হলো সোডিয়াম ডাইহাইড্রোজেন ফসফেট (NaH_2PO_4) এবং ডাইসোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (Na_2HPO_4)।

৩. **প্রোটিন বাফার:** রক্তে কার্যকর প্রোটিন বাফার সিস্টেমটি প্লাজমা প্রোটিন এবং কনজুগেটেড প্রোটিন যেমন হিমোগ্লোবিন সমন্বয়ে গঠিত।

উল্লিখিত বাফার সিস্টেমের সম্মিলিত কার্যকারিতার ফলেই যেকোন অবস্থায় আমাদের রক্তের pH অপরিবর্তিত থাকে।

গ প্রদত্ত প্রশ্নের আলোকে পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত মডেলটি 'বোর পরমাণু মডেল' নামে পরিচিত। এ তত্ত্বানুসারে, কোন বস্তু বিচ্ছিন্নভাবে এক নির্দিষ্ট পরিমাণ বা তার সরল গুণিতকের সমান শক্তি বিকিরণ বা শোষণ করে।

কোয়ান্টাম তত্ত্বের উপর প্রতিষ্ঠিত বোর পরমাণু মডেলের উল্লেখযোগ্য স্বীকার্যসমূহ হলো—

১. **শক্তি স্তর সম্পর্কিত স্বীকার্য:** পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ নির্দিষ্ট শক্তির কতকগুলো বৃত্তাকার স্থায়ী কক্ষপথে নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে আবর্তন করে। এসব কক্ষপথে আবর্তনের সময় ইলেকট্রন কোন শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। এ কক্ষপথগুলো শক্তি স্তর নামে পরিচিত। নিউক্লিয়াস থেকে ক্রমান্বয়ে দূরবর্তী শক্তি স্তরসমূহকে ১ম, ২য়, ৩য় প্রভৃতি শক্তি স্তর বলা হয়। প্রত্যেক শক্তি স্তর নির্দিষ্ট কোয়ান্টাম শক্তি সম্পন্ন। যে শক্তি স্তর নিউক্লিয়াস থেকে যত বেশি দূরে তার শক্তি তত অধিক। শক্তি স্তর সূচক এ সংখ্যাগুলোকে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা ($n = 1, 2, 3 ...$) বলে।
পরমাণুর ১ম শক্তি স্তর ($n = 1$) কে K শেল বলা হয়।
পরমাণুর ২য় শক্তি স্তর ($n = 2$) কে L শেল বলা হয়।
পরমাণুর ৩য় শক্তি স্তর ($n = 3$) কে M শেল বলা হয়।

২. **কৌণিক ভরবেগ সম্পর্কিত স্বীকার্য:** একটি নির্দিষ্ট শক্তি স্তরে পরিক্রমণরত ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্দিষ্ট এবং তা $\frac{h}{2\pi}$ এর গুণিতক। অর্থাৎ কৌণিক ভরবেগ, $mvr = \frac{nh}{2\pi}$।

৩. **শক্তির বিকিরণ সম্পর্কিত স্বীকার্য:** ইলেকট্রন একটি শক্তি স্তর থেকে অপর শক্তি স্তরে স্থানান্তরিত হলে শক্তির শোষণ বা বিকিরণ ঘটে। ইলেকট্রন উচ্চ শক্তি স্তর হতে নিম্ন শক্তি স্তরে স্থানান্তরিত হলে শক্তির বিকিরণ এবং নিম্ন শক্তি স্তর থেকে উচ্চ শক্তি স্তরে স্থানান্তর ঘটলে শক্তির শোষণ হয়। শোষিত বা বিকিরিত শক্তিকে (ΔE) নিম্নরূপে দেখানো যায়,

$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$; এখানে, h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক; ν = ফ্রিকুয়েন্সী, E_1 = নিম্ন শক্তি স্তর এবং E_2 = উচ্চ শক্তি স্তর।

চিত্রের মডেলে প্রদত্ত ইলেকট্রন নিম্ন শক্তি স্তর হতে উচ্চ শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হয় এবং এক্ষেত্রে শক্তির শোষণ ঘটে।

ঘ এখানে ইলেকট্রনটি ১ম শক্তি স্তর থেকে ৩য় শক্তি স্তরে ধাপান্তরিত হয়েছে।

আমরা জানি,

$$\bar{\nu} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Rightarrow \bar{\nu} = 109678 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 97491.55\ cm^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = 1.025 \times 10^{-5}\ cm$$

$$\Rightarrow \lambda = 1.025 \times 10^{-7}\ m$$

এখানে
$n_1 = 1$
$n_2 = 3$
রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678\ cm^{-1}$

আবার, $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$\Rightarrow E = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.025 \times 10^{-7}} J$$

$$\therefore E = 1.94 \times 10^{-18} J$$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 1.025 \times 10^{-7} m$
আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$
প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} Js$
শক্তি, E = ?

আবার, $E = h\nu$

$$\Rightarrow \nu = \frac{E}{h}$$

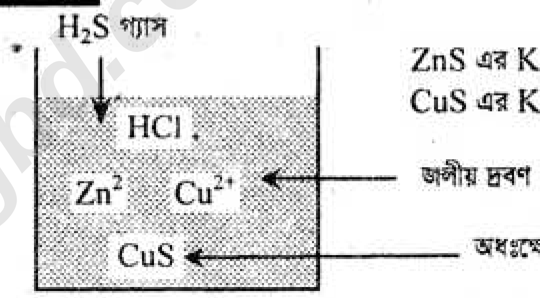
$$\Rightarrow \nu = \frac{1.94 \times 10^{-18}}{6.63 \times 10^{-34}}$$

$$\therefore \nu = 2.92 \times 10^{15}\ Hz$$

কম্পাঙ্ক, ν = ?

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত মডেলটির ইলেকট্রন ধাপান্তরে শোষিত শক্তি এবং কম্পাংক হলো যথাক্রমে $1.94 \times 10^{-18}J$ এবং $2.92 \times 10^{15}Hz$।

প্রশ্ন ▶ ৩৩



ZnS এর $K_{SP} = 3.0 \times 10^{-23}$
CuS এর $K_{SP} = 5.0 \times 10^{-38}$

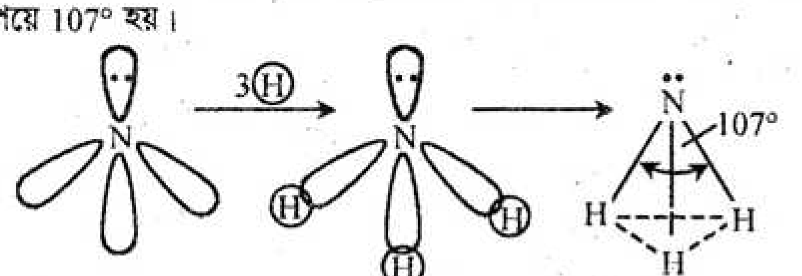
[ব. বো. ২০১৭]

ক. দ্রবণ তাপ কী? ১
খ. অ্যামোনিয়া অণুর বন্ধন কোণ 107° কেন? ২
গ. উদ্দীপকের অধঃক্ষেপটির দ্রাব্যতা নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপক দ্রবণে বিদ্যমান আয়ন দুটি একই সাথে অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে না— যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1 গ্রাম মোল দ্রবকে যথেষ্ট পরিমাণ (যে অবস্থায় আরো দ্রাবক যোগ করলে তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে) দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হলে যে পরিমাণ তাপের পরিবর্তন হয় তাকে ঐ দ্রবের দ্রবণ তাপ বলে।

খ NH_3 অণুতে নাইট্রোজেন পরমাণুর চারদিকে চার জোড়া ইলেকট্রন থাকায় এর আকৃতি চতুস্তলকীয় হওয়ার কথা। কেননা NH_3 অণুতে sp^3 সংকরায়ন ঘটে। কিন্তু চার জোড়া ইলেকট্রনের একটি মুক্ত জোড় হওয়ায় এদের অধিকতর বিকর্ষণে অণুর আকৃতি বিকৃত হয়ে ত্রিকোণীয় পিরামিডের মতো হয়ে যায় এবং বন্ধন কোণ 109.28° থেকে হ্রাস পেয়ে 107° হয়।

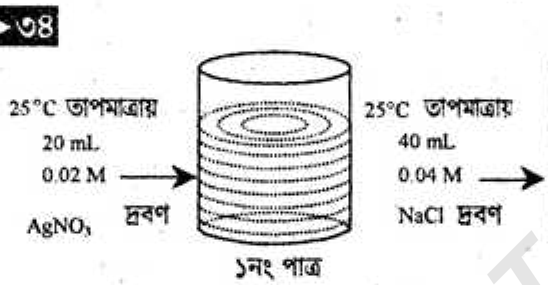


N এর sp^3 সংকর অরবিটাল — NH_3 অণুর অরবিটাল চিত্র — ত্রিকোণাকার পিরামিড

গ প্রদত্ত উদ্দীপকে দেওয়া আছে-
CuS এর দ্রাবতা গুণফল $K_{sp} = 5.0 \times 10^{-38}\ mol^2L^{-2}$
ধরি, CuS এর দ্রাব্যতা $= x\ molL^{-1}$
তাহলে দ্রাব্যতা গুণফলের সংজ্ঞানুযায়ী-
$K_{sp} = 5.0 \times 10^{-38} = [Cu^{2+}]\ [S^{-2}]$
$\Rightarrow 5.0 \times 10^{-38} = x \times x\ [\because [Cu^{2+}] = x\ molL^{-1}$ এবং $[S^{-2}] = x\ mol^{-1}]$
$\Rightarrow x^2 = 5.0 \times 10^{-38}$
$\Rightarrow x = 2.236 \times 10^{-19}$
সুতরাং প্রদত্ত উদ্দীপকের CuS এর দ্রাব্যতা $2.236 \times 10^{-19}\ molL^{-1}$

ঘ প্রদত্ত দ্রবণে বিদ্যমান আয়ন দুটি Zn^{2+}, Cu^{2+} একই সাথে অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে না।
কারণ আমরা জানি, যে উপাদানের দ্রাব্যতা গুণফল আয়নিক গুণফল অপেক্ষা যত কম সে তত আগে বা তত তাড়াতাড়ি অধঃক্ষিপ্ত হবে।
দেওয়া আছে,
ZnS এর $K_{sp} = 3.0 \times 10^{-23}$
এবং CuS এর $K_{sp} = 5.0 \times 10^{-38}$
আবার, এদের K_{IP} হলো–
$CuS = [Cu^{2+}] \times [S^{2-}]$
এবং $ZnS = [Zn^{2+}] \times [S^{2-}]$
যেহেতু এদের আয়নগুলোর প্রকৃত ঘনমাত্রা জানা নেই তাই প্রদত্ত দ্রাব্যতা গুণফল থেকে কোন আয়নটি অধঃক্ষিপ্ত হবে অথবা হবে না তা নির্ণয় করতে হবে।
এখানে, দেখা যাচ্ছে যে CuS এর দ্রাব্যতা গুণফল ZnS এর চেয়ে কম। অতএব শর্তানুসারে দ্রাব্যতা গুণফলের এই পার্থক্যের কারণে CuS আগে অধঃক্ষিপ্ত হবে।
তাই উপরোক্ত আলোচনা অনুসারে বলা যায় যে, প্রদত্ত দ্রাব্যতা গুণফলের মানের উপর নির্ভর করে কোন আয়ন কত দ্রুত অধঃক্ষিপ্ত হয় তা নির্ণয় করা যায়।

প্রশ্ন ▶৩৪



25°C তাপমাত্রায় $AgNO_3$ এর দ্রাব্যতা $=2.2 \times 10^{-3}gL^{-1}$ এবং AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল $= 1.8 \times 10^{-10}$, Ag-এর পাঃভর = 107.87।
/ব. বো. ২০১৬/

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১
খ. 2d-অরবিটাল সম্ভব নয় কেন? ২
গ. ১নং পাত্রে রক্ষিত $AgNO_3$-এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো। ৩
ঘ. ১নং পাত্রের দ্রবণের মধ্যে ২নং পাত্রের দ্রবণ সম্পূর্ণরূপে মেশালে AgCl-এর অধঃক্ষেপ পড়বে কী? বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্ষতিকর এবং বিষাক্ত পদার্থ উৎপাদনের পরিমাণ হ্রাস, উৎপাদন ব্যয় হ্রাস এবং সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় পরিকল্পনাই হলো সবুজ রসায়ন।

খ আমরা জানি, কোনো প্রধান শক্তিস্তরে উপস্তর সংখ্যা সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার উপর নির্ভর করে। উল্লেখিত অরবিটালটি দ্বিতীয় শক্তিস্তরের অরবিটাল। দ্বিতীয় শক্তিস্তরের ক্ষেত্রে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, n = 2। n = 2 হলে সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান l = 0, 1। যেখানে l = 0 হলে s অরবিটাল এবং l = 1 হলে p অরবিটাল হয়। কিন্তু d অরবিটালের জন্য l এর মান হতে হবে 2। এখানে যেহেতু n এর মান 2 তাই l এর মান হবে 0 হতে (n – 1) পর্যন্ত। আর তাই d অরবিটাল অর্থাৎ ২য় শক্তিস্তরে 2d অরবিটাল সম্ভব নয়।

গ দেওয়া আছে ১নং পাত্রে রক্ষিত $AgNO_3$ এর দ্রাব্যতা $= 2.2 \times 10^{-3}\ gL^{-1}$
আমরা জানি, $AgNO_3$ এর আণবিক ভর = 169.87g
mol/L এককে দ্রাব্যতা $= \frac{2.2 \times 10^{-3}}{169.87}\ mol/L = 1.3 \times 10^{-5}\ M$
$AgNO_3$ নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:
$$AgNO_3 \rightleftharpoons Ag^+ + NO_3^-$$
ধরি, Ag^+ এবং NO_3^- উভয়েরই দ্রাব্যতা $[Ag^+]\ [NO_3^-] = S$
আমরা জানি
$$K_{SP} = [Ag^+]\ [NO_3^-]$$
$$= S \times S$$
$$= S^2 = (1.3 \times 10^{-5})^2 = 1.69 \times 10^{-10}\ mol^2/L^2$$
সুতরাং উপরোক্ত গণনা হতে প্রাপ্ত $AgNO_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল হলো $1.69 \times 10^{-10}\ mol^2/L^2$।

ঘ প্রদত্ত ১নং পাত্রের দ্রবণ এবং ২নং পাত্রের দ্রবণ সম্পূর্ণরূপে মেশালে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াটি হবে–
$$AgNO_3 + NaCl \rightleftharpoons AgCl + NaNO_3$$
এক্ষেত্রে যদি AgCl এর $K_{IP} > K_{SP}$ হয় তবে দ্রবণে AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে।
এখানে মিশ্রণের পরে দ্রবণের মোট আয়তন হবে = (20 + 40)
= 60 mL
এখন, মিশ্রিত দ্রবণে Ag^+ এর ঘনমাত্রা–
$$[Ag^+] = \frac{20 \times 0.02}{60}\ M = 6.67 \times 10^{-3}\ M$$
আবার, মিশ্রিত দ্রবণে Cl^- এর ঘনমাত্রা–
$$[Cl^-] = \frac{40 \times 0.04}{60}\ M = 0.0267\ M$$
$\therefore$ AgCl এর আয়নিক গুণফল
$$K_{IP} = [Ag^+]\ [Cl^-]$$
$$= 6.67 \times 10^{-3} \times 0.0267 = 1.78 \times 10^{-4}\ M^2$$
দেওয়া আছে AgCl এর দ্রব্যতা গুণফল, $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$
যেহেতু দেখা যাচ্ছে যে দ্রবণে $K_{IP} > K_{SP}$। সুতরাং উপরোক্ত দ্রবণদ্বয়ের মিশ্রণে AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶৩৫



/ব. বো. ২০১৬/

ক. ক্রোমোটোগ্রাফী কী? ১
খ. UV-রশ্মির সাহায্যে তুমি কীভাবে জাল টাকা সনাক্তকরণ করবে? — ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত চিত্রে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের কোয়ান্টাম সংখ্যাসমূহের মান হিসাব করে মোট অরবিটাল সংখ্যা এবং ঐ শক্তি স্তরে মোট ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা বের করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত চিত্রে প্রদর্শিত ইলেকট্রনের ধাপান্তরের সময় পরমাণু থেকে নির্গত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর এবং এটি কোন বর্ণের হবে?— ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পদ্ধতির মাধ্যমে কোনো মিশ্রণের উপাদানকে স্থির দশা এবং চলমান দশার মাধ্যমে পৃথকীকরণ করা হয় তাকে ক্রোমাটোগ্রাফি বলে।

খ UV-রশ্মির মাধ্যমে খুব সহজেই জাল টাকা শনাক্ত করা যায়। কারণ, আসল টাকার মধ্যে একটি বিশেষ ধরনের নিরাপত্তা সুতা স্থাপন করা থাকে। এছাড়াও টাকার নির্দিষ্ট স্থানে জলছাপ দেওয়া থাকে যা খালি চোখে দেখা না গেলেও UV-রশ্মিতে পরিষ্কার আভা ছড়ায়।

আসল নোটগুলোতে ফ্লোরেসেন্টের কালিতে কিছু বিশেষ লেখার উপর UV-রশ্মি পড়লে এ ফ্লোরেসেন্স উচ্চ UV রশ্মি শোষণ করে দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে। কিন্তু জাল টাকায় এই ধরনের কোন জলছাপ না থাকায় এর উপর UV রশ্মি ফেললে কোন নির্দিষ্ট রং এর বিকিরণ পাওয়া সম্ভব হয় না। এভাবেই UV-রশ্মি ব্যবহার করে সহজেই আসল এবং নকল নোটের পার্থক্য করা যায়।

গ উল্লেখিত চিত্রে সর্ববহিঃস্থ শক্তি স্তরের নাম N-শেল। এই শেলে কোয়ান্টাম সংখ্যাগুলোর মান নিম্নরূপ:

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n)		সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (l)		ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যার (m)		স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s)
মান	শক্তিস্তর	মান	উপস্তর	মান	অরবিটাল সংখ্যা	
4	N-শেল	0	4s	0	1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
		1	4p	+1,0,–1	3	$3\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$
		2	4d	+2,+1, 0,–1,–2	5	$5\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$
		3	4f	+3+2+1, 0, –1, –2,–3	7	$7\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$

সুতরাং, উপরের টেবিল থেকে দেখা যায়, N-শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল

$= 1 + 3 + 5 + 7 = 16$টি

এবং N-শেল এ মোট ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা $= 2n^2 = 2 \times 4^2 = 32$টি

ঘ প্রদর্শিত চিত্র হতে দেখা যায় ইলেকট্রন ৪র্থ শক্তিস্তর থেকে ২য় শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হচ্ছে।

সুতরাং, এখানে, $n_1 = 2$ এবং $n_2 = 4$

বিজ্ঞানী রিডবার্গের সূত্র থেকে পাই,

তরঙ্গের সংখ্যা, $\bar{\nu} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

এখানে, R_H = রিডবার্গ ধ্রুবক $= 1.097 \times 10^7\ m^{-1}$

$\therefore\ \bar{\nu} = 1.097 \times 10^7\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$

$= 1.097 \times 10^7\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) = 2.056875 \times 10^6\ m^{-1}$

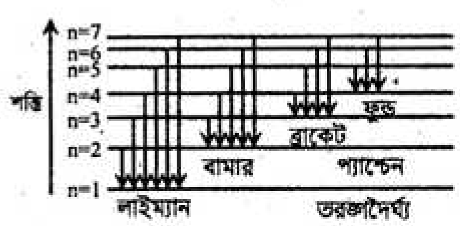
$\therefore$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{1}{\bar{\nu}} = \frac{1}{2.056875 \times 10^6}$

$= 4.8617 \times 10^{-7} m$

$= 4.8617 \times 10^{-7} \times 10^9 nm = 486.175\ nm$

সুতরাং উপরিউক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিস্তার থেকে দেখা যায় বিকিরিত রশ্মির বর্ণ হবে আসমানী নীল ($\therefore \lambda = 424 \sim 491 nm$ আসমানী নীল বর্ণের রশ্মি)।

প্রশ্ন ▶৩৬



[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. পাস্তুরাইজেশন কী? ১

খ. কোয়াগুলেশন বলতে কী বুঝো? ২

গ. ছবির বিভিন্ন সিরিজ ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. ছবির সাথে সম্পর্কিত পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা আলোচনা করো। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এনজাইম ও ক্ষতিকারক অণুজীবকে ধ্বংস করার জন্য ক্রীমকে 95°C বা আরও বেশি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার প্রক্রিয়াকে পাস্তুরাইজেশন বলে।

খ যে বল দ্বারা কলয়েড সিস্টেম সুস্থিত থাকে, সে বলকে বিনষ্ট করে কলয়েড সিস্টেম ব্যাহত করার প্রক্রিয়াকে কোয়াগুলেশন বলে। কোয়াগুলেশন হলো একটি রাসায়নিক অথবা যান্ত্রিক প্রক্রিয়া যাতে কলয়েডের বিস্তারণ মাধ্যমের বিস্তারিত অবস্থায় থাকা কণাগুলো একত্রিত হয়ে মাধ্যমের তলদেশে অথবা উপরে ভেসে ওঠে।

গ বিভিন্ন উচ্চস্তর থেকে নিম্নস্তরে ইলেকট্রন আগমণের ফলে বিভিন্ন বর্ণালি সিরিজের উদ্ভব ঘটে। নিচে বিভিন্ন সিরিজের বর্ণনা দেয়া হলো–

লাইম্যান সিরিজ: যদি $n_1 = 1$, $n_2 = 2, 3, 4, 5, 6$ ... ইত্যাদি হয়, তবে উদ্দীপিত ইলেকট্রন উচ্চ শক্তির কক্ষপথে ($n_2 = 2, 3, 4, 5, 6$) ইত্যাদি হতে নিম্ন শক্তির কক্ষপথে ($n_1 = 1$) ফিরে আসে। আর এর জন্য শক্তি বিকিরিত হয়ে বর্ণালির যে রেখাগুলো উৎপন্ন হয় তাদেরকে লাইম্যান সিরিজ (Lyman series) বলে। হাইড্রোজেন বর্ণালির অতিবেগুনি অঞ্চলে লাইম্যান সিরিজ দেখা যায়।

বামার সিরিজ: একইভাবে $n_1 = 2$, $n_2 = 3, 4, 5, 6$ ... ইত্যাদি হলে, উদ্দীপিত ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর ($n_2 = 3, 4, 5, 6$ ...) ইত্যাদি হতে নিম্ন শক্তিস্তর ($n_1 = 2$) এ ফিরে আসে। এর জন্য শক্তি বিকিরিত হয়ে বর্ণালির রেখাগুলো উৎপন্ন হয়। তাদেরকে প্রথম পরীক্ষা করেন বিজ্ঞানী বামার। তাই তাদেরকে বামার সিরিজ বলে। হাইড্রোজেন বর্ণালির দৃশ্যমান অঞ্চলে বামার সিরিজের উদ্ভব হয়।

প্যাশেন সিরিজ: অনুরূপভাবে $n_1 = 3$, $n_2 = 4, 5, 6$ ... ইত্যাদি হলে এখানে উৎপন্ন বর্ণালির রেখাগুলো প্রথম প্যাশেন আবিষ্কার করেন বলে তাদেরকে প্যাশেন সিরিজ (Paschen series) বলে।

হাইড্রোজেন বর্ণালির অবলোহিত রশ্মি অঞ্চলে প্যাশেন সিরিজ দেখা যায়।

ব্রাকেট সিরিজ: অনুরূপভাবে $n_1 = 4$, $n_2 = 5, 6, 7$ ... ইত্যাদি হলে উদ্দীপিত ইলেকট্রনগুলো যেকোনো শক্তিস্তর হতে চতুর্থ শক্তিস্তরে ফিরে আসে তখন ব্রাকেট সিরিজ পাওয়া যায়। হাইড্রোজেন বর্ণালির অবলোহিত অঞ্চলে এ সিরিজের রেখাগুলো পাওয়া যায়।

ফুনড সিরিজ: একইভাবে $n_1 = 5$, $n_2 = 6, 7, 8$ ... হলে উদ্দীপিত ইলেকট্রনগুলো যেকোনো উচ্চ শক্তিস্তর হতে পঞ্চম শক্তিস্তরে ফিরে আসে তখন ফুনড সিরিজের রেখাগুলো পাওয়া যায়। হাইড্রোজেন বর্ণালির অবলোহিত অঞ্চলে এ সিরিজের রেখাগুলো পাওয়া যায়।

ঘ উদ্দীপকের চিত্রটির সাথে সম্পর্কিত পরমাণু মডেলটি হলো বোর পরমাণু মডেল। নিম্নে এর সীমাবদ্ধতা ব্যাখ্যা করা হলো:

i. বোর পরমাণু মডেল হাইড্রোজেন ও হাইড্রোজেন-সদৃশ এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট আয়নের (যেমন, He^+, Li^{2+}) ক্ষেত্রে প্রত্যক্ষিত বর্ণালীর রেখার ব্যাখ্যা করতে পারলেও একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুসমূহের বর্ণালী ব্যাখ্যা করতে পারে না।

ii. বোরের পরমাণুটি হলো দ্বিমাত্রিক। তাই, বোরের পরমাণু মডেল থেকে পরমাণুর প্রকৃত ত্রিমাত্রিক কাঠামো সম্পর্কে কোন ধারণা পাওয়া যায় না।

iii. এক শক্তিস্তর থেকে অপর শক্তিস্তরে ইলেকট্রন স্থানান্তর ঘটলে, বোর মডেল অনুযায়ী বর্ণালীতে একটি করে বর্ণালী রেখা সৃষ্টি হওয়ার কথা। কিন্তু, হাইড্রোজেন ও অন্যান্য পরমাণুসমূহের আয়নের রেখা বর্ণালী অধিকতর সুবেদী ও সূক্ষ্ম যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষণ করলে দেখা যায়, প্রতিটি রেখা কয়েকটি সূক্ষ্ম রেখা দ্বারা বিভক্ত থাকে। এ পরীক্ষণ থেকে এটাই প্রতীয়মান হয় যে, প্রধান শক্তি স্তরে আরো উপশক্তিস্তরের অস্তিত্ব রয়েছে।

iv. ইলেকট্রনের কণা ধর্ম সম্পর্কে এ মডেলে উল্লেখ আছে কিন্তু এর তরঙ্গ ধর্ম নিয়ে কোনো ব্যাখ্যা দিতে পারেনি।

প্রশ্ন ▶৩৭ ইলেকট্রন নিচের শক্তির অরবিটাল থেকে উপরের শক্তির অরবিটালের প্রবেশ করে এবং এ প্রবেশের সময়ে প্রথমে অযুগ্ম অবস্থায় এবং পরে বিপরীত স্পিন প্রবেশ করে।

[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. আলফা কণা কী? ১

খ. UV-রশ্মির সাহায্য জাল টাকা সনাক্তকরণের মূলনীতি ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের বর্ণিত নিয়ম অনুযায়ী Na এবং S এর ইলেকট্রনিক কনফিগারেশন অংকন করো এবং ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. নিয়মটির গ্রহণযোগ্যতা আলোচনা করো। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হিলিয়াম নিউক্লিয়াসকে আলফা কণা বলে। এর সংকেত হলো: ${}_{2}^{4}He^{2+}$

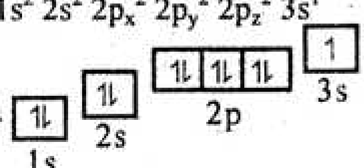
খ UV-রশ্মির মাধ্যমে খুব সহজেই জাল টাকা শনাক্ত করা যায়। কারণ, আসল টাকার মধ্যে একটি বিশেষ ধরনের নিরাপত্তা সুতা স্থাপন করা থাকে। এছাড়াও টাকার নির্দিষ্ট স্থানে জলছাপ দেওয়া থাকে যা খালি চোখে দেখা না গেলেও UV-রশ্মিতে পরিষ্কার আভা ছড়ায়। আসল নোটগুলোতে ফ্লোরেসেন্সের কালিতে কিছু বিশেষ লেখার উপর UV-রশ্মি পড়লে এ ফ্লোরেসেন্স উচ্চ UV-রশ্মি শোষণ করে দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে। কিন্তু জাল টাকায় এই ধরনের কোন জলছাপ না থাকায় এর উপর UV-রশ্মি ফেললে কোন নির্দিষ্ট রং এর বিকিরণ পাওয়া সম্ভব হয় না। এভাবেই UV-রশ্মি ব্যবহার করে সহজেই জাল টাকা সনাক্ত করা যায়।

গ উদ্দীপকের নিয়মটি হলো হুন্ডের নীতি। নিম্নে এই নীতি অনুসারে Na ও S এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হলো:

${}_{11}Na \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^1$

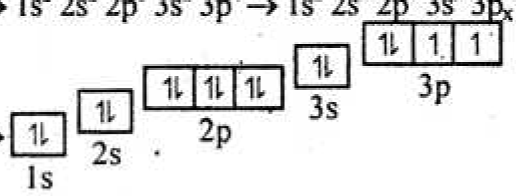
$Na \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p_x^2\, 2p_y^2\, 2p_z^2\, 3s^1$

বক্স পদ্ধতি Na→



${}_{16}S \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^4 \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p_x^2\, 3p_y^1\, 3p_z^1$

বক্স পদ্ধতি S→

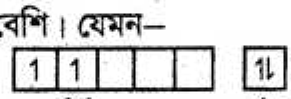


ঘ কোনো উপশক্তিস্তরে একাধিক ইলেকট্রন থাকলে এরা একই ধরনের ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত হওয়ার কারণে পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। এই বিকর্ষনের ফলে ইলেকট্রন বিন্যাসটি অস্থিতিশীল হয়ে পরে।

পারস্পরিক বিকর্ষণ এড়ানোর জন্য একই উপস্তরে অবস্থিত অরবিটালগুলোতে একটি করে (অর্থাৎ বেজোড় অবস্থায়) ইলেকট্রন প্রবেশ করে এবং ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একই দিকে থাকে, এভাবে সমশক্তি সম্পন্ন প্রত্যেকটি অরবিটাল একটি করে ইলেকট্রন দিয়ে অধিকৃত হলে তবেই ঐ সব অরবিটালে বিপরীত স্পিন বিশিষ্ট একটি করে ইলেকট্রন প্রবেশ করে জোড় গঠন করে। অর্থাৎ, s, p, d, f ইত্যাদি অরবিটালের প্রতিটিতে ইলেকট্রন কখনও প্রথমে জোড় জোড় প্রবেশ করবে না, যতক্ষণ না প্রতিটি অরবিটালে একটি করে একই স্পিনধারী ইলেকট্রন প্রবেশ না করে। আমরা জানি যে p অরবিটালে সমশক্তি সম্পন্ন তিনটি অরবিটাল যথা p_x, p_y, p_z আছে, এই তিনটি অরবিটালে ইলেকট্রন প্রথমে 1টি করে প্রবেশ করবে যাদের স্পিন একই দিকে হবে। পরবর্তীতে বিপরীত স্পিনধারী ইলেকট্রন একটি করে প্রবেশ করে ইলেকট্রন জোড় গঠন করবে।

কোনো পরমাণুর অযুগ্ম ইলেকট্রন জানতে চাইলে আমরা হুন্ডের নীতি অনুসারে ইলেকট্রন বিন্যাস করে থাকি। এই নিয়ম অনুসারে ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে প্রাপ্ত অযুগ্ম ইলেকট্রনের কারণে মৌলসমূহকে আমরা প্যারাচৌম্বকীয় বলি। যে মৌলের যত বেশি অযুগ্ম ইলেকট্রন এর প্যারাচৌম্বকীয় ধর্ম তত বেশি। যেমন–

${}_{22}Ti \rightarrow [Ar]$



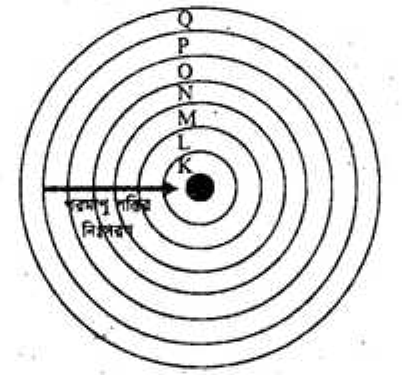
${}_{24}Cr \rightarrow [Ar]$



Cr এর প্যারাচৌম্বকীয় ধর্ম Ti-এর চেয়ে বেশি যা অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা থেকে ব্যাখ্যা করা যায়।

অতএব, ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে হুন্ডের নীতি একটি গ্রহণযোগ্য ও তাৎপর্যপূর্ণ নিয়ম বলা যায়।

প্রশ্ন ▶ ৩৮



[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. α কণা কী? ১

খ. R_f এর মান 1 এর চেয়ে কম কেন? ২

গ. উল্লেখিত বিকিরণের জন্য তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও বর্ণ বর্ণনা করো। ৩

ঘ. "O" শেলের জন্য বিভিন্ন কোয়ান্টাম সংখ্যা ব্যাখ্যা করো এবং অরবিটাল ও ইলেকট্রন সংখ্যা উল্লেখ করো। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দ্বিধনাত্মক চার্জযুক্ত হিলিয়াম নিউক্লিয়াসকে (He^{2+}) আলফা কণা বলে।

খ R_f হচ্ছে উপাদান (দ্রব) কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব এবং দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত।

$$\text{অর্থাৎ } R_f = \frac{\text{দ্রব কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}$$

যেহেতু দ্রাবকের চেয়ে দ্রব ধীর গতিতে চলে সেহেতু R_f এর মান সর্বদা 1 এর চেয়ে কম হয়।

গ উদ্দীপকে উল্লেখিত বিকিরণের জন্য–

$n_1 = 1$ (K শেল)

$n_2 = 6$ (P শেল)

$R_H = 1.097 \times 10^7 m^{-1}$

রিডবার্গ সমীকরণ অনুসারে,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \times \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\therefore \lambda = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{6^2}\right)$$

$$\therefore \lambda = 9.38 \times 10^{-8}\ m$$

$$\therefore \lambda = 93.8\ nm$$

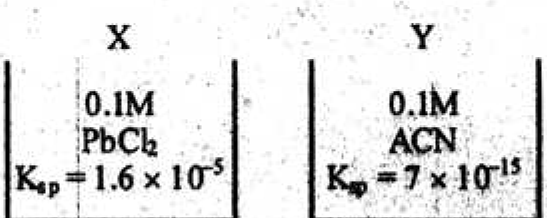
যেহেতু বিকিরণটির তরঙ্গ 93.8 nm সুতরাং এটি অতিবেগুনি অঞ্চলে অবস্থিত। তাই বিকিরণ বর্ণ দৃশ্যমান হবে না।

ঘ

শক্তিস্তর	n	l	উপস্তরের নাম	m	s	অরবিটাল সংখ্যা	মোট অরবিটাল	মোট ইলেকট্রন সংখ্যা
O	5	0	s	0	$\pm\frac{1}{2}$	1	25	50
		1	p	+1	$\pm\frac{1}{2}$	3		
				0	$\pm\frac{1}{2}$			
				−1	$\pm\frac{1}{2}$			
		2	d	+2	$\pm\frac{1}{2}$	5		

শক্তিস্তর	n	l	উপস্তরের নাম	m	s	অরবিটাল সংখ্যা	মোট অরবিটাল	মোট ইলেকট্রন সংখ্যা
				+1	$\pm\frac{1}{2}$			
				0	$\pm\frac{1}{2}$			
				−1	$\pm\frac{1}{2}$			
				−2	$\pm\frac{1}{2}$			
				+3	$\pm\frac{1}{2}$			
				+2	$\pm\frac{1}{2}$			
				+1	$\pm\frac{1}{2}$			
		3	f	0	$\pm\frac{1}{2}$	7		
				−1	$\pm\frac{1}{2}$			
				−2	$\pm\frac{1}{2}$			
	5			−3	$\pm\frac{1}{2}$			
				+4	$\pm\frac{1}{2}$			
				+3	$\pm\frac{1}{2}$			
				+2	$\pm\frac{1}{2}$			
				+1	$\pm\frac{1}{2}$			
		4	g	0	$\pm\frac{1}{2}$	9		
				−1	$\pm\frac{1}{2}$			
				−2	$\pm\frac{1}{2}$			
				−3	$\pm\frac{1}{2}$			
				−4	$\pm\frac{1}{2}$			

প্রশ্ন ▶ ৩৯



A এর পারমাণবিক সংখ্যা = 47

[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. NMR কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় Pt ব্যবহৃত হয় কেন? ২

গ. কক্ষ তাপমাত্রায় Y এর দ্রব্যতা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. X এবং Y মিশ্রিত করে অধঃক্ষেপ বিশ্লেষণ করে দেখাও। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক NMR হচ্ছে– Nuclear Magnetic Resonance। অর্থাৎ চুম্বকীয় অনুরণন পদ্ধতি যাতে রেডিও তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়।

খ Pt একটি উচ্চ গলনাঙ্ক বিশিষ্ট ধাতু। এর গলনাঙ্ক প্রায় 1770°C। আমরা ল্যাবে স্পিরিট ল্যাম্প বা বুনসেন বার্নার এর শিখায় লবণের প্রাথমিক অনুমানের জন্য শিখা পরীক্ষা করি। এখানে Pt এর তারের মাথায় HCl এ ডুবিয়ে লবণ লাগিয়ে শিখা পরীক্ষা করি। যে তাপমাত্রায় লবণ গলে বিভিন্ন বর্ণ সৃষ্টি করে তার অনেক বেশি তাপমাত্রায় Pt গলতে পারে, তাই শিখা পরীক্ষায় Pt তার ব্যবহার নিরাপদ। তাছাড়া Pt ল্যাবে বর্ণিত H_2SO_4, HCl, NH_4Cl, NaCl, $CaSO_4$ ইত্যাদি রাসায়নিক পদার্থের সাথে কোনো বিক্রিয়াও করে না। এটি কিছুটা নিষ্ক্রিয় প্রকৃতির ধাতু। তাই শিখা পরীক্ষায় Pt তারদণ্ড সবচেয়ে নিরাপদ।

গ উদ্দীপকের A মৌলটি হচ্ছে সিলভার (Ag)। অর্থাৎ ACN যৌগটি হচ্ছে AgCN। AgCN যৌগটি নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়–

$$AgCN \rightleftharpoons Ag^+(aq) + CN^-(aq)$$

এখন, AgCN এর দ্রাব্যতা s হলে, দ্রাব্যতা গুণফল $= S \times S = S^2$

উদ্দীপক অনুসারে, $S^2 = 7 \times 10^{-15}$

$$\therefore S = \sqrt{7 \times 10^{-15}}$$
$$= 8.37 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$$

সুতরাং Y এর দ্রাব্যতা 8.37×10^{-8} mol L^{-1}।

ঘ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি 100g গ্রামে প্রকাশিত ভরে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত করে সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করা যায় সে পরিমাণকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে। ঐ পরিমাণের চেয়ে বেশি দ্রব উপস্থিত থাকলে অতিরিক্ত অংশটুকু আর দ্রবীভূত হতে চায় না। এক্ষেত্রে ঐ অংশটুকু অধঃক্ষিপ্ত হয় যা দ্রাব্যতা গুণফল (K_{sp}) ও আয়নিক গুণফল (K_{ip}) দ্বারা নির্ণীত হয়। K_{sp} যদি K_{ip} এর বড় হয় তবে অসম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন হয়। এ জন্য কোনো অধঃক্ষেপণ পাওয়া যাবে না। আবার $K_{sp} = K_{ip}$ হলে সম্পৃক্ত দ্রবণ গঠিত হয় যাতে দ্রাব্যতার সর্বোচ্চ সীমা থাকায় কোনো অধঃক্ষেপ পাওয়া যাবে না। কিন্তু K_{sp} যদি K_{ip} এর চেয়ে ছোট হয় তবে অতিরিক্ত দ্রবণ গঠিত হওয়ায় অধঃক্ষেপণ পাওয়া যায়।

উদ্দীপকের X ও Y দ্রবণকে মিশ্রিত করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া সংঘটিত হয়–

$$PbCl_2 + AgCN \rightarrow Pb(CN)_2 + AgCl$$

এক্ষেত্রে মিশ্রণে অধঃক্ষেপ পাওয়া যাবে যদি AgCl এর আয়নিক গুণফল দ্রাব্যতা গুণফলকে অতিক্রম করে।

এখানে, $[Ag^+] = 0.1M$

$[Cl^-] = 2 \times 0.1$

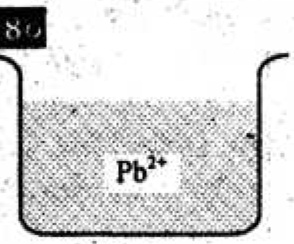
$\therefore$ AgCl এর আয়নিক গুণফল $= [Ag^+] \times [Cl^-]$

$= 0.1 \times 2 \times 0.1 = 0.02$

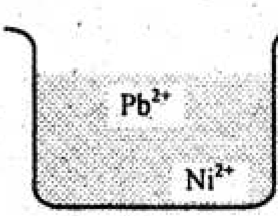
আবার AgCl এর $K_{sp} = 1 \times 10^{-10}$

যেহেতু $K_{sp} < K_{ip}$ সুতরাং দ্রবণদ্বয় মিশ্রণে অধঃক্ষেপ পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৪০



চিত্র-A



চিত্র-B

i. বিকার-A এ HCl যোগ করা হলো

ii. বিকার-B এ প্রথমে ($NH_4Cl + NH_4OH$) তারপর H_2S যোগ করা হলো।

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. দ্রাব্যতার গুণফল কী? ১

খ. কেন তাপমাত্রা বাড়ালে গ্যাসের দ্রাব্যতা কমে? ২

গ. A-পাত্রে তলানী গঠন করার কারণ– ব্যাখ্যা করো? ৩

ঘ. চিত্র-B তে কি ধরনের অবশেষ পাওয়া যাবে? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্য লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণে উৎপন্ন আয়নসমূহের গ্রাম প্রতিলিটার বা মোল প্রতিলিটার এককে ঘনমাত্রার গুণফলকে সংশ্লিষ্ট লবণের দ্রাব্যতার গুণফল বলে।

খ দ্রাব্যতার উপর তাপমাত্রার বিশেষ প্রভাব পরিলক্ষিত হয়। সাধারণভাবে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে দ্রবের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। কারণ উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রাবক ও দ্রব উভয়ের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় ফলে অধিক দ্রব দ্রবীভূত হওয়ার সুযোগ পায়। আবার গ্যাসীয় পদার্থের দ্রাব্যতা তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে হ্রাস পায়। কারণ তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাসীয় অণুর ছুটাছুটি বৃদ্ধি পায় এতে করে গ্যাসীয় অণু দ্রবীভূত হওয়ার আগেই দ্রাবকের সীমানা অতিক্রম করে। যেমন– $Na_2SO_4.10H_2O$।

গ A পাত্রের আয়নটি Pb^{2+}। এ দ্রবণে HCl যোগ করা হলে নিম্ন লিখিত বিক্রিয়া সংগঠিত হয়।

$$Pb^{2+} + 2HCl \longrightarrow PbCl_2 + 2H^+$$

এক্ষেত্রে সংযোগকৃত HCl শক্তিশালী এসিড যা দ্রবণে সম্পূর্ণ রূপে বিয়োজিত হয়।

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

ফলে দ্রবণে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। $PbCl_2$ এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধির ফলে যখন এর আয়নিক গুণফল দ্রাব্যতা গুণফল অপেক্ষা বেশি হয় তখন অধঃক্ষেপ পড়ে–

$$PbCl_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2Cl^-$$

$[Pb^{2+}] = s$ [দ্রাব্যতা = s]

$K_{SP} = 4s^3$ দ্রাব্যতা গুণফল

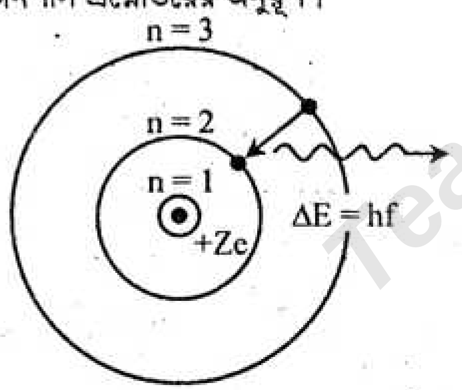
$K_{IP} > K_{SP}$

$K_{IP} > 4s^3$ $\quad S < \sqrt[3]{\frac{K_{IP}}{4}}$

অর্থাৎ দ্রাব্যতা $\sqrt[3]{\frac{K_{IP}}{4}}$ অপেক্ষা কম হলেই তলানী পড়ে।

ঘ ৩৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪১



[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১

খ. নাইট্রোজেনের আয়নিকরণ শক্তি অক্সিজেন এবং কার্বনের আয়নিকরণ শক্তি অপেক্ষা বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকের পারমাণবিক মডেলের স্বীকার্য বর্ণনা করো। ৩

ঘ. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 8.45×10^{-10}m। উক্ত কক্ষপথে ইলেকট্রনের বেগ নির্ণয় করো। (যেখানে ইলেকট্রনের ভর $m_e = 9.109 \times 10^{-31}$ kg) ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ N ও O এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো:

$$N(7) = 1s^2 2s^2 2p^3$$
$$O(8) = 1s^2 2s^2 2p^4$$

একই পর্যায়ে নাইট্রোজেন অপেক্ষা অক্সিজেনের কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জ বেশি থাকায় এর আকার ছোট হয় তাই অক্সিজেনের আয়নীকরণ বিভব বেশি হওয়ার কথা। কিন্তু উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, N-এর 2p অরবিটাল অর্ধপূর্ণ। আমরা, জানি যে, অর্ধপূর্ণ ও পূর্ণ অরবিটালগুলো স্থিতিশীল প্রকৃতির হয়। তাই N-এর সর্ববহিঃস্থস্তর থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হলে এই স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস ভাঙতে হয়। অপরদিকে O-এর ক্ষেত্রে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হলে এরূপ কোনো স্থিতিশীলতা ভাঙতে হয় না। তাই N এর ১ম আয়নীকরণ বিভব O এর ১ম আয়নীকরণ বিভবের চেয়ে বেশি হয়। কার্বনের আকার বেশি হওয়ায় এর আয়নিকরণ শক্তি N ও অপেক্ষা কম হয়।

গ ৩২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ এখানে,

তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r = 8.45 \times 10^{-10}$m

তৃতীয় কক্ষপথের জন্য, n = 3

ইলেকট্রনের ভর, $m_e = 9.109 \times 10^{-31}$kg

প্লাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}$Js

ইলেকট্রনের বেগ, v = কত?

আমরা জানি, $m_evr = \frac{nh}{2\pi}$

$$\Rightarrow v = \frac{nh}{2\pi \times m_er}$$
$$= \frac{3 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416 \times 9.109 \times 10^{-31} \times 8.45 \times 10^{-10}}$$
$$= 4.11 \times 10^4\ ms^{-1}$$

প্রশ্ন ▶ ৪২ কোয়ান্টাম সংখ্যা আবিষ্কারের ফলে ইলেকট্রন তার নিজস্ব পরিচিতি লাভ করে। একটি ইলেকট্রন প্রধান কক্ষপথে আবর্তনের সময় নিজ অক্ষের ওপর কোন দিকে ঘুরতে থাকে তার সঠিক তথ্য কোয়ান্টাম সংখ্যার মাধ্যমে জানা যায়। [রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. হুন্ডের নীতি ব্যাখ্যা করো। ২

গ. চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা করো। ৩

ঘ. 2d এবং 3*f* সম্ভব নয় কিন্তু 3d এবং 4*f* সম্ভব– এর যৌক্তিক কারণ উপস্থাপন করো। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে অবস্থান করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে। এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে। এটি হুন্ডের নীতি। যেমন– নাইট্রোজেন ইলেকট্রন বিন্যাস $N(7) \longrightarrow 1s^22s^22p^3$। 2p-অরবিটালে প্রকৃতপক্ষে সমশক্তি সম্পন্ন তিনটি অরবিটাল আছে; যাদেরকে p_x, p_y, p_z অরবিটাল হিসেবে চিহ্নিত করা হয়। সুতরাং নাইট্রোজেনের বেলায় উপরিউক্ত তিনটি ইলেকট্রন আলাদাভাবে থাকবে এবং তাদের স্পিনসমূহ একইমুখী হবে। যেমন $N(7) = 1s^22s^22p_x^12p_y^12p_z^1$।

এটিকে ইলেকট্রন বক্স পদ্ধতিতে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়:

1s	2s	2p		
⇅	⇅	↑	↑	↑

তীর চিহ্ন দ্বারা ইলেকট্রনের স্পিনের দিক নির্দেশিত হয়েছে।

গ পরমাণুতে একটি ইলেকট্রনের অবস্থান সম্পূর্ণরূপে তুলে ধরার জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার প্রয়োজন হয়। যথা:

১. **প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা:** কোন একটি ইলেকট্রন কোন প্রধান শক্তিস্তর থেকে নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে আবর্তনশীল তা যে কোয়ান্টাম সংখ্যার মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়, তাকে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা, n বলা হয়। n এর মান 1, 2, 3, 4 ... প্রভৃতি হতে পারে।

n = 1 হলে ১ম শক্তিস্তর বা K শেল

n = 2 হলে ২য় শক্তিস্তর বা L শেল

২. **সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা:** কোন ইলেকট্রন একটি প্রধান শক্তিস্তরের কোন উপশক্তিস্তরে রয়েছে তা প্রকাশের জন্য যে সংখ্যা ব্যবহার করা হয় তাকে সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, l বলা হয়।

l এর মান শূন্য হতে $(n-1)$ পর্যন্ত এবং l এর মান দ্বারা উপস্তরের মান নির্দেশ করে।

$n = 1$ হলে, $l = 0$ অর্থাৎ, ১ম শক্তিস্তরে উপস্তর 1টি

$n = 2$ হলে, $l = 0, 1$ অর্থাৎ, ২য় শক্তিস্তরে উপস্তর 2টি

৩. **ম্যাগনেটিক বা চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা:** চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে ইলেকট্রনের কক্ষপথের ওরিয়েন্টশন বা বিভিন্ন ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস ঘটে। এ বিন্যাস প্রকাশের জন্য যে কোয়ান্টাম সংখ্যা ব্যবহৃত হয় তাকে চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা m বলে। m এর মান হবে $-l$ থেকে 0 সহ $+l$ পর্যন্ত।

m এর মান হতে উপস্তরে অরবিটালের সংখ্যা জানা যায়। যেমন, $n = 2$ হলে, $l = 0, 1$ এবং $m = -l, 0, +1$ অর্থাৎ ২য় শক্তিস্তরে মোট $1 + 3 = 4$টি অরবিটাল।

৪. **স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা:** নিজস্ব অক্ষের চতুর্দিকে ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক প্রকাশকারী কোয়ান্টাম সংখ্যাকে স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা S বলে।

s এর মান দুটি, $+\frac{1}{2}$ এবং $-\frac{1}{2}$

প্রতিটি অরবিটালে বিপরীত স্পিনের (↑↓) দুটি ইলেকট্রন আবর্তন করে।

ঘ 2d এবং $3f$ এর জন্য কোয়ান্টাম সংখ্যাসমূহের মান পর্যবেক্ষণ করলে দেখা যায়—

2d এর জন্য, $n = 2 \therefore l = 0, 1$

l এর মান শূন্য থেকে $n - 1$ পর্যন্ত হয়ে থাকে।

l এর মান 0 হলে উপস্তর s এবং l এর মান 1 হলে উপস্তর p, আবার d উপস্তরের জন্য $l = 2$ প্রয়োজন। কিন্তু $n = 2$ হলে l এর মান 2 হয় না। তাই 2d সম্ভব হয় না।

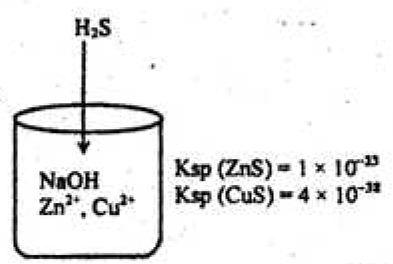
অপরদিকে, 3d এর জন্য, $n = 3$ এবং $l = 0, 2, 1$ তাই উপস্তরগুলো হল, s, p এবং d। তাই 3d সম্ভব।

আবার, $3f$ এর জন্য, $n = 3$ এবং $l = 0, 1, 2$ উপস্তরগুলো, s, p এবং d উপস্তর f এর জন্য l এর মান 3 হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু $n = 3$ হলে $l =$ 3 হয় না। তাই $3f$ সম্ভব না।

অপরদিকে $4f$ এর জন্য $n = 4$ এবং $f = 0, 1, 2, 3$ তাই উপস্তরগুলো, s, p, d এবং f।

যেহেতু $n = 4$ হলে $l = 3$ হয় তাই $4f$ সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ৪৩



[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. আণবিক অরবিটাল কাকে বলে? ১

খ. দেখাও যে, $pH = POH = 14$ ২

গ. উদ্দীপকের লবণগুলোর দ্রাব্যতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণে দুইটি আয়নের অধঃক্ষেপ পড়বে কি? ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পরমাণুর অরবিটাল যখন অন্য পরমাণুর অন্য পরমাণুর অরবিটালকে অধিক্রমণ করে বা কিছু অংশের উপর স্থাপিত হয় তখন অপেক্ষাকৃত বড় যে অরবিটাল গঠিত হয় তাকে আণবিক অরবিটাল বলে।

খ আমরা জানি,

পানির আয়নিক গুণফল, $K_w = [H^+][OH^-]$ ....(i)

25°C তাপমাত্রায়, $K_w = 1 \times 10^{-14}$ ....(ii)

(i) ও (ii) নং তুলনা করে পাই,

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ ....(iii)

উভয় পক্ষে log নিয়ে পাই,

$\log [H^+][OH^-] = \log 1 \times 10^{-14}$

বা, $\log [H^+] + \log [OH^-] = \log 1 + \log 10^{-14}$

বা, $-\log [H^+] - \log [OH^-] = 0 - \log 10^{-14}$

$\therefore pH + pOH = 14$

গ ৩৩(গ) এর অনুরূপ।

ঘ ৩৩(ঘ) এর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৪ পাত্র A = 0.25 M 30 mL MN দ্রবণ

পাত্র B = 0.5 M 40 mL XY দ্রবণ

$Ksp (MY_2) = 3.82 \times 10^{-7}$

[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফি কাকে বলে? ১

খ. হাইড্রাজিনে N-এর জারণ হিসাব করো। ২

গ. A ও B-দ্রবণ মিশানো হলে M^{2+} এর ঘনমাত্রা কত? ৩

ঘ. A ও B মিশালে MY_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা– গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ N_2H_4 (হাইড্রাজিনে) N এর জারণ মান:

ধরি N এর জারণ মান = x

$2x + (-1) \times 4 = 0$

$x = +2$

গ ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৫ হাইড্রোজেন ছাড়া সব মৌলে ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন বিদ্যমান। M একটি মৌল যার ভর সংখ্যা 56 ও নিরপেক্ষ কণার সংখ্যা 30।

[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ কী? ১

খ. π-বন্ধন সমযোজী বন্ধন ব্যাখ্যা করো। ২

গ. হুন্ডের নীতি অনুসারে M এর ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. কোয়ান্টাম সংখ্যার ধারণা থেকে M এর সর্বশেষ কক্ষপথে ইলেকট্রন সংখ্যা হিসাব করো। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে অজৈব গুণগত বিশ্লেষণে পরীক্ষণীয় নমুনা পদার্থের 0.05g থেকে 0.2g ব্যবহার করা হয় এবং দ্রবণের পরিমাণ 2-4 mL হয়ে থাকে তাকে সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ বলে।

খ দুটি পরমাণুর মধ্যে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় শেয়ারের মাধ্যমে বা সমভাবে ব্যবহারের মাধ্যমে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে সমযোজী বন্ধন বলে। আবার অণু গঠনে অংশগ্রহণকারী দুটি পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থিত দুটি অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণের ক্ষেত্রে পাই-বন্ধন গঠিত হয়। যেহেতু উভয় ক্ষেত্রে অণু গঠনকারী পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন সমভাবে ব্যবহার অর্থাৎ শেয়ার ঘটে। তাই বলা যায় পাই-বন্ধন হলো মূলত এক ধরনের সমযোজী বন্ধন।

গ উদ্দীপকের M মৌলের ভর সংখ্যা 56 এবং নিরপেক্ষ কণা বা নিউট্রন সংখ্যা 30। অর্থাৎ প্রোটন সংখ্যা (56-30) = 26। তাই মৌলটি আয়রন।

হুন্ডের নীতি অনুসারে,

"সমশক্তি সম্পন্ন অরবিটালগুলো e^- প্রবেশের সময় যতক্ষণ পর্যন্ত অরবিটাল খালি থাকবে ততক্ষণ পর্যন্ত e^- গুলো অযুগ্মভাবে অরবিটালে প্রবেশ করবে এবং অযুগ্ম e^- এর স্পিন একমুখী হবে।

Fe(26) এর ইলেকট্রন বিন্যাস–

$$Fe(26) \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^6\, 3d^6\, 4s^2$$

হুন্ডের নীতি অনুসারে–

3d						4s
⇅	↑	↑	↑	↑		⇅

আয়রন এর e^- গুলো d অরবিট এর সমশক্তি সম্পন্ন অরবিটাল গুলোতে প্রথমে একমুখী স্পিনে এবং পরে বিপরীত স্পিনে প্রবেশ করে।

ঘ M মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 26। তাই মৌলটি আয়রন। যা পর্যায় সারণির চতুর্থ পর্যায়ে অবস্থিত। মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস–

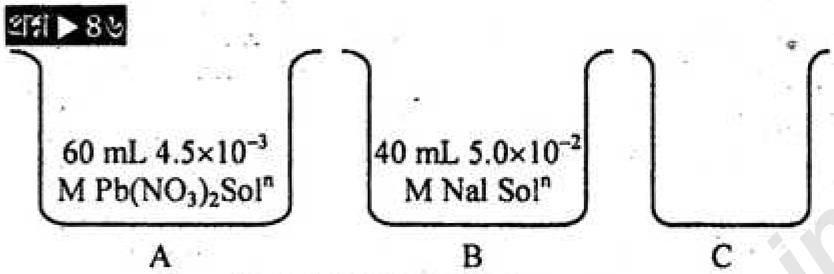
$$Fe(26) \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^6\, 3d^6\, 4s^2$$

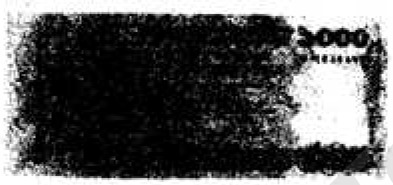
এর সর্বশেষ কক্ষপথ 4s এ দুটি ইলেকট্রন বিদ্যমান।

কোয়ান্টাম সংখ্যা হতে আমরা জানি, আয়রন এর সর্বঃবহিস্থ কক্ষপথের ক্ষেত্রে $n = 4, l = 0, m = 0$

যেহেতু $l = 0$ তাই শুধু s অরবিটাল সম্ভব। যেখানে বিপরীত স্পিনে দুটি ইলেকট্রন থাকবে। তাই এর সর্বঃবহিস্থ কক্ষপথে e^- সংখ্যা 2।

প্রশ্ন ▶ ৪৬





D

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. 'ভর ক্রিয়া' সূত্র কী? ১

খ. B পাত্রে ধনাত্মক আয়ন কীভাবে নির্ণয় করবে? ২

গ. A ও B কে C পাত্রে মিশ্রিত করলে PbI_2 এর অধঃক্ষেপ পাওয়া যাবে কেন? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। [PbI_2এর $kIp = 1055 \times 10^{-}8$] ৩

ঘ. "D" সত্য না মিথ্যা কিভাবে বুঝবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমাণুপাতিক।

খ B পাত্রের যৌগটি NaI। যৌগটিতে বিদ্যমান ধনাত্মক আয়ন সোডিয়াম (Na^+)।

Na^+ আয়ন শনাক্তকরণ:

একটি পরীক্ষানলে 1-2 mL মূল দ্রবণ নিয়ে তাতে 2-4 ফোটা পটাসিয়াম পাইরো এন্টিমোনেট দ্রবণ যোগ করা হয়। ফলে সোডিয়াম পাইরো এন্টিমোনেট এর সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়।

$$2Na^+ + K_2H_2Sb_2O_7 \longrightarrow \underset{\text{(সাদা অধঃক্ষেপ)}}{Na_2H_2Sb_2O_7} + 2K^+$$

যা দেখে সহজেই Na^+ আয়নের উপস্থিতির প্রমাণ পাওয়া যায়।

গ A ও B পাত্র C পাত্রে মিশ্রিত করা হলে, বিক্রিয়াপাত্রে (C পাত্রে) নিম্ন লিখিত বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়–

$$Pb(NO_3)_2 + NaI \longrightarrow PbI_2 + NaNO_3$$

C পাত্রে দ্রবণের মোট আয়তন V হলে–

$$V = V_1 + V_2 = (60 + 40)mL = 100\ mL$$

এখানে, $V_1 = 60$ mL, $V_2 = 40$ mL

C পাত্রে PbI_2,

$$PbI_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2I^-$$

আকারে বিয়োজিত থাকে।

C পাত্রে,

$$Pb^{2+} \text{ আয়নের ঘনমাত্রা} = [Pb^{2+}] = \frac{60 \times 4.5 \times 10^{-3}}{100} = 2.7 \times 10^{-3}M$$

$$I^- \text{ আয়নের ঘনমাত্রা} = [I^{2-}] = \frac{40 \times 5 \times 10^{-2}}{100} = 2 \times 10^{-3}M$$

মনে করি,

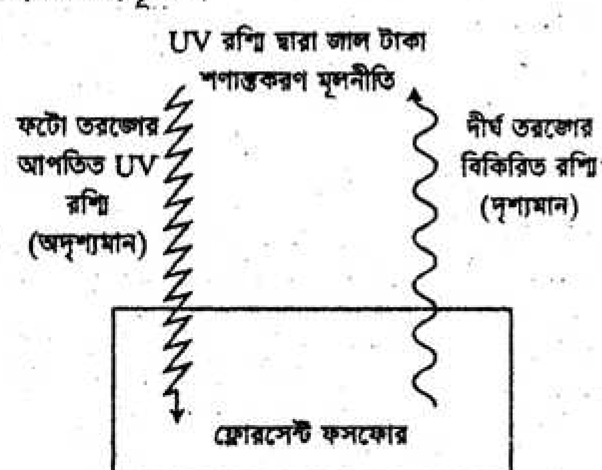
$$PbI_2 \text{ এর দ্রাব্যতা গুণফল} = [Pb^{2+}]\,[2I^-]^2 = 2.7 \times 10^{-3} \times (2 \times 2 \times 10^{-3})^2 = 4.32 \times 10^{-8}$$

PbI_2 এর $K_{IP} = 10.55 \times 10^{-8}$

যেহেতু $K_{IP} > K_{SP}$ তাই PbI_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

ঘ জাল নোট বা জাল পাসপোর্ট শনাক্তকরণে অতিবেগুনী রশ্মি শনাক্তকারক (Utraviolet Detector) ব্যবহার করা হয়। প্রকৃত মুদ্রার নোট কিংবা প্রকৃত পাসপোর্ট তৈরিতে যে সব রাসায়নিক দ্রব্য (যেমন, রঞ্জক, লুকায়িত লেখা বা সংখ্যা) ব্যবহার করা হয়, জাল নোট বা পাসপোর্টে সেগুলো থাকেনা। কেননা, এগুলো প্রস্তুত করা হয় রঙিন ফটোকপিয়ার বা কম্পিউটার গ্রাফিক্স প্রক্রিয়ায়। সাধারণত ফ্লোরোসেন্ট ফসফোর কালি দ্বারা আসল টাকা এবং পাসপোর্ট প্রিন্ট করা হয়, যা ফটোকপি করলে লুকায়িত নক্সাগুলো দৃশ্যমান হয় না। খালি চোখে প্রকৃত ও জাল নোট কিংবা পাসপোর্টের শনাক্তকরণ অত্যন্ত দুরূহ হলেও অতিবেগুনী শনাক্তকারকের মাধ্যমে খুব সহজেই এ পার্থক্যকরণ সম্ভব হয়।

প্রকৃত নোট বা পাসপোর্টের উপর UV-রশ্মি (তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ = <350nm) আপতিত হলে অণু কর্তৃক নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্য শোষিত হওয়ার পর অণু উত্তেজিত অবস্থানে উপনীত হয়। উত্তেজিত অবস্থান থেকে অণু পূর্বাবস্থায় প্রত্যাবর্তনকালে শোষিত শক্তি আলোকরশ্মি হিসেবে বিকিরণ করে। এই বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য দৃশ্যমান অঞ্চলে অবস্থান করে বলে আমরা নির্দিষ্ট বর্ণ প্রত্যক্ষ করি। অতিবেগুনী রশ্মির (তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ = 200 – 375 nm) শোষণ এবং পরবর্তীতে দৃশ্যমান রশ্মির (তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ = 380 – 780 nm) নিঃসরণ প্রক্রিয়াটি অনুপ্রভা (Fluorescence) নামে পরিচিত। জাল নোট বা পাসপোর্টের UV-শোষণ এবং দৃশ্যমান রশ্মির বিকিরণ কোন ভাবেই মূল দলিলের ন্যায় হবে না। বিকিরিত আলোক রশ্মির অনুপ্রভা বিভিন্ন মুদ্রার জন্য নির্দিষ্ট এবং বৈশিষ্ট্যমূলক।



যেমন বাংলাদেশের 1000, 500 টাকার নোটের ক্ষেত্রে নিরাপত্তা নক্সার বর্ণ (যেখানে টাকার অঙ্ক লেখা থাকে) দিনের আলোতে পরিবর্তিত হয়। এক্ষেত্রে সূর্যের আলোর অতিবেগুনী রশ্মি শোষণ করে নিরাপত্তা নক্সায় যে পদার্থের প্রলেপ থাকে তার ইলেকট্রন উচ্চশক্তি স্তরে স্থানান্তরিত হয়। এরপর টাকাটি নড়াচড়া করলে বা আলোর বিপরীতে নিয়ে উত্তেজিত ইলেকট্রনের কিছু শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে হারিয়ে যায়। অবশিষ্ট শোষিত শক্তি বিকিরণের মাধ্যমে ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসে। এক্ষেত্রে অবশিষ্ট যে শক্তির বিকিরণ ঘটে তা দুর্বল হওয়ায় তাদের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেড়ে যায় এবং দৃশ্যমান অঞ্চলের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে পরিণত হয়। তখন উক্ত টাকার ক্ষেত্রে আমরা নির্দিষ্ট বর্ণ দেখতে পাই। যা দেখে টাকাটি জাল না আসল তা বোঝা যায়। কারণ জাল টাকার ক্ষেত্রে ঐ অংশের বর্ণের কোনো পরিবর্তন ঘটে না। D নোটে যদি ওপরের বৈশিষ্ট্যগুলো পরিলক্ষিত হয় তবে D সত্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৭

Ray	weave length(nm)
A	10
B	97.24
C	850
D	258000

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. বর্ণালী কী? ১

খ. চিকিৎসায় কেন IR ব্যবহৃত হয়? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. শক্তি, তীব্রতা ও তরঙ্গ সংখ্যা নির্ণয় করো, C রেডিয়েশন ধরতে হবে। ৩

ঘ. হাইড্রোজেন পরমাণুর কোন ইলেকট্রনটি স্থানান্তর হওয়ার বর্ণ "B" পরমাণুর মতো হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর ইলেকট্রন শক্তি শোষণ বা বিকিরণের ফলে এক শক্তিস্তর থেকে অন্য শক্তিস্তরে গমন করে, এর ফলে যে আলোক প্যাড সৃষ্টি হয় তাই বর্ণালী।

খ বর্তমান কালে আধুনিক চিকিৎসা বিজ্ঞানে রোগ নিরূপণের ক্ষেত্রে অবলোহিত রশ্মি (IR) গুরুত্বপূর্ণ উপকরণ হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অবলোহিত রশ্মির অবস্থা দৈর্ঘ্য, তীব্রতা বা ব্যান্ডের আকার ইত্যাদি পর্যবেক্ষণ করে অনিয়ন্ত্রিত কোষের বৃদ্ধি সম্পর্কে ধারণা লাভ করা যায়। পিত্তের পাথর ও এর অবস্থান নির্ণয়ে এটি ব্যবহৃত হয়। রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় এবং ফুরিয়ার (FTR) ট্রান্সফর্ম অবলোহিত রশ্মি ব্যবহার করে অনেক জটিল রোগের চিকিৎসা সহজেই করা যায় বলে চিকিৎসা ক্ষেত্রে IR রশ্মি ব্যবহৃত হয়।

গ এখানে,

c রশ্মির ক্ষেত্রে অবস্থা দৈর্ঘ্য $\lambda = 850\text{nm}$

$\lambda = 850 \times 10^{-9}\text{m}$, $c = 3 \times 10^{8}\text{ms}^{-1}$, $h = 6.626 \times 10^{-34}\text{Js}$

শক্তি $E = h\nu$

$= h\frac{c}{\lambda}$

$= 6.626 \times 10^{-3}\frac{3 \times 10^{8}}{850 \times 10^{-9}}$

$= 2.33 \times 10^{-19}\text{J}$

তরঙ্গ সংখ্যা $\bar{V} = \frac{1}{\lambda}$

$= \frac{1}{850 \times 10^{-9}}$

$= 1.17647 \times 10^{6}$

তীব্রতা/কম্পাঙ্ক $V = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{850 \times 10^{-9}} = 3.529 \times 10^{14}\text{Hz}$

ঘ ১৪ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৮ চিত্রটি লক্ষ করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

→ গ্রুপ / ↓ পর্যায়	IA	VII A
3rd	A	X
4th	B	Y

[এখানে A, B, X ও Y প্রচলিত প্রতীক নয়]

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. "পাউলির বর্জন নীতি" লিখো? ১

খ. K_c এর মান "O" অথবা "∞" সম্ভব? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. B এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি কোন অরবিটালে যাবে? ৩

ঘ. A এবং B দ্বারা X এর সাথে গঠিত যৌগের দ্রব্যতার গুণাঙ্ক আলোচনা করো? ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পলির বর্জন নীতিটি হলো— "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া: $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C]\,[D]}{[A]\,[B]}$

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C]\,[D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A]\,[B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ B মৌলটি চতুর্থ পর্যায়ে IA নং গ্রুপে অবস্থিত। তাই মৌলটি K। এর পারমাণবিক সংখ্যা 19।

ইলেকট্রন বিন্যাস—

$$K(19) \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^0\,4s^1$$

K এর 19 তম ইলেকট্রন 3d তে না গিয়ে 4s এ যায়। আমরা জানি e^- প্রথমে নিম্ন শক্তির ও পরে উচ্চ শক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে। কোনো প্রধান উপস্তরের শক্তি এর প্রধান ও সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার যোগফলের ওপর নির্ভর করে।

4s এর শক্তি $E_1 = n + l$ [s এর জন্য $l = 0$]

$= 4 + 0$

$= 4$

3d এর শক্তি $E_2 = n + l$ [d এর জন্য d = 2]

$= 3 + 2$

$= 5$

$E_2 > E_1$

তাই ইলেকট্রনটি 3d তে না গিয়ে 4s এ যাবে।

ঘ A মৌলটি ৩য় পর্যায়ের 1 নং গ্রুপে অবস্থিত। তাই মৌলটি Na। B মৌলটি K ('গ' নং হতে প্রাপ্ত)। X মৌলটি ৩য় পর্যায়ের VIIA নং গ্রুপে অবস্থিত। তাই মৌলটি Cl। A ও B এর সাথে X এর গঠিত যৌগ NaCl এবং KCl।

NaCl এর দ্রাব্যতা গুণাঙ্ক:

Na এর দ্রাব্যতা $[Na^+] = x$

Cl এর দ্রাব্যতা $[Cl^-] = x$

$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$

দ্রাব্যতা গুণফল,

$$K_{SP} = [Na^+][Cl^-] = x \cdot x = x^2$$

KCl এর দ্রাব্যতা গুণাঙ্ক:

$$KCl \rightleftharpoons K^+ + Cl^-$$

$[K^+]$ এর দ্রাব্যতা = s

$[Cl^-]$ এর দ্রাব্যতা = s

$$K_{SP} = [K^+][Cl^-] = s \times s = s^2$$

প্রশ্ন ▶ ৪৯ $Fe(OH)_3$-এ OH^- আয়নের ঘনমাত্রা 8.525×10^{-3}। $Fe(OH)_2$ এর বর্ণ বাদামী। *[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]*

ক. ইলেকট্রন আসক্তি বলতে কী বুঝায়? ১

খ. Be এর আয়নিকরণ বিভবের মান B বোরন থেকে বেশি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের দ্রাব্যতা গুণফলের মান বের করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের যৌগটির বর্ণ আছে কেন? ব্যাখ্যা কর। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মোল চার্জ নিরপেক্ষ বিচ্ছিন্ন পরমাণু একমোল ইলেকট্রনের সঙ্গে যুক্ত হয়ে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন এক মোল এক ধনাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে সেই মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলা হয়।

খ Be ও B এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ—

$_4Be \rightarrow 1s^2\, 2s^2$

$_5B \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^1$

উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেয়া যাচ্ছে যে, বেরিলিয়াম (Be) এর ইলেকট্রন সুস্থিতভাবে বিন্যস্ত থাকে। এরূপ সুস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাস ভেঙে ইলেকট্রন মুক্ত করতে উচ্চশক্তির প্রয়োজন হয়। আবার বোরন (B) এর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় তার শেষ কক্ষপথে মাত্র একটি ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই এখানে থেকে সহজে ইলেকট্রন মুক্ত করা যায়। এ জন্য বেরিলিয়ামের (Be) চেয়ে বোরন (B) এর আয়নীকরণ শক্তি কম হয়।

গ এখানে, $[OH^-] = 8.525 \times 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$

$$\therefore [Fe^{3+}] = \frac{8.525 \times 10^{-3}}{3} = 2.84 \times 10^{-3}\ mol^{-1}$$

$\therefore Fe(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল $= [Fe^{3+}] \times [OH^-]^3$

$$= (2.84 \times 10^{-3}) \times (8.525 \times 10^{-3})^3 = 4.79 \times 10^{-10}$$

ঘ ২(ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫০ একটি পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন ৩য় শেলে অবস্থিত। যখন ইলেকট্রনটি উচ্চতর শেল থেকে নিম্নতর এবং নিম্নতর শেল থেকে উচ্চতর শেলে যায় বর্ণালীর সৃষ্টি হয়। *[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]*

ক. হুন্ডের নীতি কী? ১

খ. 3d এবং 4P অরবিটালের মধ্যে কোন অরবিটালে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করে? ২

গ. উদ্দীপকের শেলের অরবিটাল সংখ্যা এবং ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা বের কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি যখন ৩য় কক্ষপথ থেকে ১ম কক্ষপথে স্থানান্তরিত হয় তখন এর নির্গত রশ্মি এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

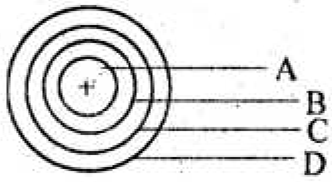
ক হুন্ডের নীতি হলো—'একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।'

খ আমরা জানি, পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন শক্তিস্তরে তাদের শক্তির নিম্নস্তর হতে উচ্চক্রম অনুযায়ী প্রবেশ করে। ইলেকট্রন প্রথমে নিম্ন শক্তিস্তরে প্রবেশ করে ক্রমান্বয়ে উচ্চ শক্তিস্তরে প্রবেশ করবে। 3d এর জন্য, $n + l = 3 + 2 = 5$ আবার, 4p এর জন্য, $n + l = 4 + 1 = 5$ উভয়ের জন্য $n + l$ এর মান সমান হওয়া সত্ত্বেও 3d তে n এর মান কম হওয়াতে এতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।

গ ২৯(গ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩২(ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫১ উদ্দীপক ভালো করে পড়ো এবং নিচের প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:



[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. সিগমা বন্ধন কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl কেন ব্যবহার করা হয়? ২

গ. l, m o, n ব্যবহার করে C অর্বিটালে সর্বোচ্চ কতগুলি ইলেকট্রন থাকবে তা বের করো। ৩

ঘ. D থেকে B-তে ফিরে আসা রশ্মি যে আলো বিকিরণ করে তা দৃশ্যমান আলো হলে গাণিতিকভাবে তা ব্যাখ্যা করো। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সমযোজী বন্ধন সৃষ্টির সময় দুটি পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের দুটি অরবিটালের সামনাসামনি অধিক্রমণের ফলে সৃষ্ট বন্ধনকে সিগমা বন্ধন বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$CaCl_2 + \text{তাপ} \longrightarrow CaCl_2\ (\text{বাষ্প})$$

(ইটের মত লাল)

গ ৬ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৪ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫২

দ্রবণ-১	দ্রবণ-২
40mL $3 \times 10^{-3}M$ $CaCl_2$	60 mL 002M NaF

CaF_2 এর $Ksp = 4 \times 10^{-11}$

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. দ্রাব্যতা বলতে কী বুঝো? ১

খ. Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রম কেন? ২

গ. দ্রবণ-2 এর যৌগটি প্রথম দ্রবণের চাইতে বেশি আয়নিক ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. দ্রবণ দুটি মেশালে কি কোনো অধঃক্ষেপ পড়বে? বিশ্লেষণ করো। ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস:

$_{24}Cr = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^3\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$

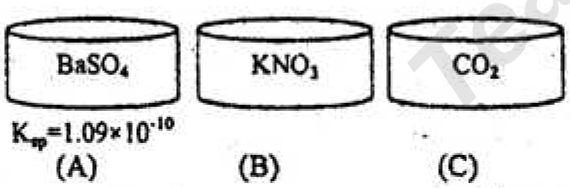
সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা পূর্ণ হলে অধিকতর সুস্থিতি লাভ করে। অর্থাৎ np^3, np^6, nd^5, nd^{10} প্রভৃতি বিন্যাস সবচেয়ে সুস্থিত হয়। অর্ধপূর্ণ ও সম্পূর্ণভাবে পূর্ণ অরবিটালের প্রতিসমতার কারণে সুস্থিতি লাভ করে। এ কারণে Cr এর ক্ষেত্রে d^4s^2 এর পরিবর্তে d^5s^1 বিন্যাস অধিকতর স্থায়ী। এজন্যই Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটে।

গ ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নকে পোলারায়ন করার ক্ষমতা ক্যাটায়নের আকার হ্রাসের সাথে বাড়ে এবং অ্যানায়নের আকার হ্রাসের সাথে কমে। কারণ ক্যাটায়নের আকার হ্রাস পেলে চার্জঘনত্ব বেড়ে যায়। ফলে অ্যানায়নের নিউক্লিয়াসকে বিকর্ষণ করার ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। আবার অ্যানায়নের ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পেলে সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনের সাথে নিউক্লিয়াসের গড় দূরত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে ইলেকট্রনের উপর অ্যানায়নের নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ হ্রাস পায়। তখন ক্যাটায়ন সহজেই অ্যানায়নকে আকৃষ্ট করে পোলারিত করতে পারে।

উদ্দীপকের দ্রবণ-১ হচ্ছে $CaCl_2$ এবং দ্রবণ-২ হচ্ছে NaF। ১ম যৌগের ক্যাটায়নের আকার ২য় যৌগের ক্যাটায়নের আকারের চেয়ে বেশি। আবার, ফলে ১ম যৌগের ক্যাটায়নটি ২য় যৌগের ক্যাটায়নের তুলনায় অ্যানায়নকে অধিক আকৃষ্ট করে। আবার, ১ম যৌগের অ্যানায়নের আকার ২য় যৌগের অ্যানায়নের আকার হতে বেশি হওয়ায় ১ম যৌগে পোলারায়ন বেশি হয়। আর এ অধিক তুলনামূলক পোলারায়নের কারণে $CaCl_2$ এর আয়নিক বৈশিষ্ট্য NaF এর আয়নিক বৈশিষ্ট্য হতে বেশি হয়।

ঘ ১৫ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৩



[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

ক. sp^3 সংকরণ এর সংজ্ঞা লিখ। ১

খ. গাঢ় H_2SO_4 একাধারে জারক ও ক্ষয়কারক-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 0.25M H_2SO_4 দ্রবণে A-পাত্রের নমুনাটির দ্রাব্যতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের B ও C-পাত্রের যৌগগুলোর পানিতে দ্রাব্যতা নিয়ামকের উপর নির্ভর করে-বিশ্লেষণ কর। ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিক্রিয়াকালে কোন পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের একটি s- অরবিটাল ও তিনটি p-অরবিটাল এর মধ্যে সংমিশ্রণে চারটি সমশক্তির অরবিটাল সৃষ্টির প্রক্রিয়াকে sp^3 সংকরীকরণ বলা হয়।

খ H_2SO_4 একাধারে জারক ও ক্ষয়কারক হিসেবে কাজ করতে পারে। Fe ধাতুর সাথে H_2SO_4 এর বিক্রিয়ার মাধ্যমে নিম্নে তা দেখানো হলো—

$$\overset{0}{Fe} + \overset{+1}{H_2}SO_4 \longrightarrow \overset{+2}{Fe}SO_4 + \overset{0}{H_2}$$

বিক্রিয়াটিতে হাইড্রোজেনের জারণমান হ্রাস পেয়েছে, H_2SO_4 বিজারিত হয়েছে, তাই এটি একটি জারক। আবার Fe ধাতু জারিত হয় $FeSO_4$ উৎপন্ন হয়েছে, এভাবে H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়ায় Fe এর ক্ষয় হয়েছে। অতএব, H_2SO_4 একটি জারক ও ক্ষয়কারক।

গ মনে করি, 0.25M H_2SO_4 এর দ্রবণে $BaSO_4$ এর দ্রাব্যতা $= x\ mol\ L^{-1}$

দ্রবণে Ba^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা $= x\ mol\ L^{-1}$

এবং ,, SO_4^{2-} ,, ,, $= (x + 0.25)\ mol\ L^{-1}$

এখন, $BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$

দ্রবণে $BaSO_4$ এর দ্রাব্যতার গুণফল

$K_{sp} = [Ba^{2+}]\ [SO_4^{2-}]$

$\Rightarrow 1.09 \times 10^{-10} = x\ (x + 0.25)$

$\Rightarrow x^2 + 0.25x = 1.09 \times 10^{-10}$

$\Rightarrow x^2 + 0.25x - 1.09 \times 10^{-10} = 0$ এটি একটি দ্বিঘাত সমীকরণ

$$\therefore x = \frac{-0.25 \pm \sqrt{(0.25)^2 + 4 \times 1 \times 1.09 \times 10^{-10}}}{2 \times 1}$$

$$\Rightarrow x = \frac{-0.25 \pm \sqrt{0.0625 + 4.36 \times 10^{-10}}}{2}$$

$$\Rightarrow x = \frac{-0.25 \pm 0.250}{2}$$

$\therefore x = 0, -0.50\ mol\ L^{-1}$

দ্রাব্যতার মান ঋণাত্মক হতে পারে না।

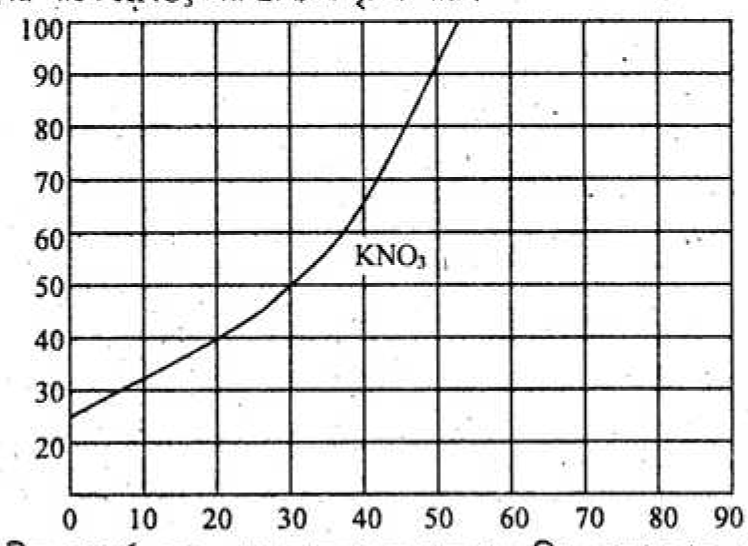
$\therefore x = 0\ mol\ L^{-1}$

অর্থাৎ 0.25 M H_2SO_4 দ্রবণে $BaSO_4$ বিয়োজিত হবে না।

ঘ উদ্দীপকের B ও C নং পাত্রের গ্যাসে যথাক্রমে কঠিন KNO_3 ও CO_2 গ্যাস বিদ্যমান। KNO_3 ও CO_2 দ্রাব্যতার উপর নিয়ামক তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব আছে।

তাপমাত্রার প্রভাব : KNO_3 পানিতে দ্রবীভূত হলে তাপহারী বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।

তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে দ্রাবকে দ্রব দ্রবীভূত করলে তাপের শোষণ ঘটলে অর্থাৎ তাপহারী বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা-শাতেলীয়ার নীতি অনুসারে সাম্যের অবস্থান ডান দিকে স্থানান্তরিত হয়। ফলে দ্রবের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। যেমন, 40°C তাপমাত্রায় KNO_3 এর দ্রাব্যতা 65 আবার 50°C তাপমাত্রায় KNO_3 দ্রাব্যতা 85। অর্থাৎ তাপমাত্রা বাড়ার সাথে KNO_3 এর দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়।



গ্যাসীয় পদার্থ CO_2 এর দ্রাব্যতা তাপমাত্রা বৃদ্ধি সাথে হ্রাস পায়। সাধারণ তাপমাত্রায় ও চাপে খুব কম পরিমাণ CO_2 গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।

চাপের প্রভাব : তরল দ্রাবকে কঠিন দ্রব দ্রবীভূত করলে চাপের তেমন প্রভাব নেই অথচ গ্যাসীয় দ্রব দ্রবীভূত করলে চাপের প্রভাব দেখা যায়। বিজ্ঞানী হেনরীর সূত্রমতে স্থির উষ্ণতায় নির্দিষ্ট আয়তনের কোন তরল পদার্থে কোনো গ্যাসের দ্রাব্যতা এর উপর প্রযুক্ত তাপের সমানুপাতিক। তবে এক্ষেত্রে এদের মধ্যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটবেনা। যেমন পানি ও সোডা ওয়াটারের বোতলে উচ্চচাপে CO_2 গ্যাস দ্রবীভূত থাকে এবং বোতলের মুখ খোলায় চাপ কমে যায় এবং অতিরিক্ত CO_2 গ্যাস বের হয়ে যায়। এখানে অনুমান করা হয় যে চাপ হ্রাসের সাথে সাথে CO_2 এর দ্রাব্যতা হ্রাস ঘটে বিধায় এমনটি ঘটে থাকে।

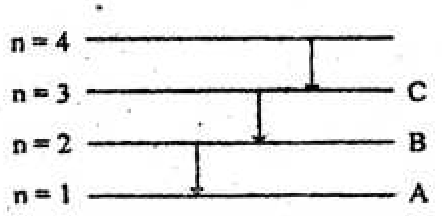
হেনরির সূত্র (Henry's Law) : "নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট আয়তনের তরলে একটি গ্যাসের দ্রাব্যতা গ্যাসটির উপর প্রযুক্ত চাপের সমানুপাতিক।"

অর্থাৎ $S \propto P$

বা, $S = KP$ [যেখানে K হলো হেনরীর ধ্রুবক]

কঠিন KNO_3 এর দ্রবনীয়তার উপর চাপের কোনো প্রভাব নেই।

প্রশ্ন ▶ ৫৪



[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

ক. IF_7 এ F–I–F বন্ধন কোণগুলোর মান কত? ১

খ. মেটা ও প্যারা নাইট্রোফেনল অন্ত: আণবিক H-বন্ধন গঠন করে না কেন? ২

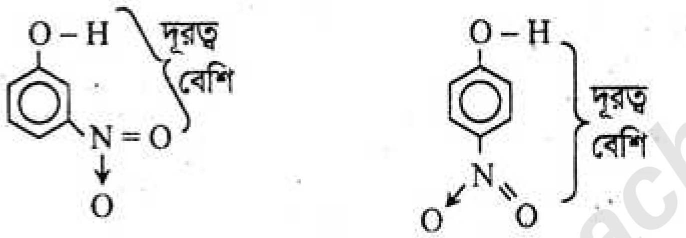
গ. B-Series এর ৩য় রেখার শক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A, B ও C-Series এর বৈশিষ্ট্যমূলক ও ব্যবহারক্ষেত্র ভিত্তিক তুলনা কর। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক IF_7 যৌগে F-I-F বন্ধন কোণগুলোর মান 72°, 90° ও 180°।

খ মেটা ও প্যারা নাইট্রোফেনল আন্তঃআনবিক H-বন্ধন গঠন করতে পারে না। কিন্তু এরা আন্তঃআণবিক H-বন্ধন গঠন করতে পারে। O-নাইট্রোফেনল ও P নাইট্রোফেনলের জ্যামিতিক গঠনের কারণে এদের NO_2 ও –OH মূলক দূরে অবস্থান করে, তাই এরা অনুমধ্যস্থ H-bond গঠন করতে পারে না।



O-নাইট্রোফেনল   P-নাইট্রোফেনল

গ উদ্দীপকের B-সিরিজ হলো (n = 2) বামার সিরিজ এবং ৩য় লাইনের জন্য $n_f = 2$ এবং $n_i = 5$ রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678\ cm^{-1}$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\,\frac{25-4}{100}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{100}{21\,R_H}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{100}{21 \times 109678}\ cm$$

$$\Rightarrow \lambda = 4.3417 \times 10^{-5}\ cm$$

$$\Rightarrow \lambda = 4.3417 \times 10^{-7}\ m$$

আবার, শক্তি, $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4.3417 \times 10^{-7}}$

$= 4.5784 \times 10^{-19}$ Joule

ঘ উদ্দীপকের A, B ও C সিরিজ তিনটি যথাক্রমে লাইমেন, বামার ও প্যাশেন সিরিজ (কারণ: $n_i = 1$, $n_i = 2$ এবং $n_i = 3$)

A, B ও C-সিরিজের বৈশিষ্ট্যমূলক তুলনা :

i. লাইমেন সিরিজের বিভিন্ন রেখা অতিবেগুনি (UV) অঞ্চলে অবস্থিত এবং এদের ফলে নির্গত শক্তির মান B ও C সিরিজের লাইনের চেয়ে বেশি। UV-অঞ্চলের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান 190 – 380nm।

ii. বামার সিরিজের বিভিন্ন রেখা দৃশ্যমান অঞ্চলে অবস্থিত এবং এদের ফলে নির্গত শক্তি মান A ও C এর মাঝামাঝি। দৃশ্যমান অঞ্চলের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা (380 – 760 nm)

iii. প্যাশেন সিরিজের বিভিন্ন রেখা অবলোহিত (IR) অঞ্চলে অবস্থিত এবং এর ফলে নির্গত শক্তির মান লাইমেন ও বামার সিরিজ অপেক্ষা কম। IR অঞ্চলের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা 760 – 4000 nm।

A, B ও C-সিরিজের ব্যবহার ভিত্তিক তুলনা :

UV রশ্মির ব্যবহার	IR রশ্মির ব্যবহার	দৃশ্যমান আলোর ব্যবহার
(ক) বিভিন্ন শণাক্তকরণ কাজে, (খ) জীবাণুনাশকরূপে, (গ) মেডিকেল ইমেজিং এবং (ঘ) অপটিক্যাল সেন্সর রূপে 230-380 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের UV- রশ্মি জাল টাকা ও নকল পাসপোর্ট শনাক্তকরণ মেশিনে ব্যবহৃত হয়।	(ক) IR এর সাহায্যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদনের কম্পন ব্যান্ড থেকে বিক্রিয়ার সম্ভাব্যতা ও বিক্রিয়ার হার সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়। (খ) কোনো পদার্থের দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয়েও IR বর্ণালি ব্যবহার করা যায়। (গ) জৈব-অজৈব যৌগের গঠন নির্ণয়েও IR-বর্ণালি একটি গুরুত্বপূর্ণ হাতিয়ার। (ঘ) চিকিৎসা ক্ষেত্রে IR-বর্ণালি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।	(ক) অপটিক ফাইবার, টেলিকমিনিকেশন। (খ) রাসায়নিক বর্ণালী বিশ্লেষণে। (গ) ফটোসিনসিসে, লেজার লাইটে। (ঘ) বিভিন্ন শিল্পে বিশেষ করে ঔষধ শিল্পে।

প্রশ্ন ▶ ৫৫



[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ পদ্ধতি কী? ১

খ. নাইট্রোজেনের আয়নিকরণ শক্তি অক্সিজেন অপেক্ষা বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকের পরমাণুটির সর্ববহিঃস্থ স্তরের ব্যাসার্ধ 8.5×10^{-10} m। ঐ শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের গতিবেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে উদ্দীপকের পরমাণুটির সর্ববহিঃস্থ স্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় করো। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে অজৈব গুণগত বিশ্লেষণে পরীক্ষণীয় নমুনা পদার্থের 0.05g থেকে 0.2g ব্যবহার করা হয় এবং দ্রবণের পরিমাণ 2-4 mL হয়ে থাকে তাকে সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ বলে।

খ N ও O এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো:

$N(7) = 1s^2 2s^2 2p^3$

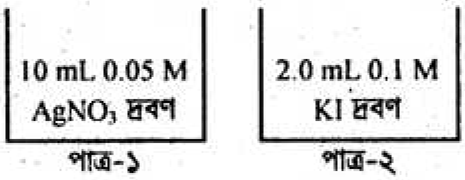
$O(8) = 1s^2 2s^2 2p^4$

একই পর্যায়ে নাইট্রোজেন অপেক্ষা অক্সিজেনের কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জ বেশি থাকায় এর আকার ছোট হয় তাই অক্সিজেনের আয়নীকরণ বিভব বেশি হওয়ার কথা। কিন্তু উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, N-এর 2p অরবিটাল অর্ধপূর্ণ। আমরা জানি যে, অর্ধপূর্ণ ও পূর্ণ অরবিটালগুলো স্থিতিশীল প্রকৃতির হয়। তাই N-এর সর্ববহিঃস্থস্তর থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হলে এই স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস ভাঙতে হয়। অপরদিকে O-এর ক্ষেত্রে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হলে এরূপ কোনো স্থিতিশীলতা ভাঙতে হয় না। তাই N এর ১ম আয়নীকরণ বিভব O এর ১ম আয়নীকরণ বিভবের চেয়ে বেশি হয়।

গ ২৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৬



[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফী কী? ১

খ. N, NCl_5 গঠন করতে পারে না কিন্তু P, PCl_5 গঠন করতে পারে কেন? ২

গ. উদ্দীপকের পাত্র ২ টির দ্রবণকে একত্রে মিশ্রিত করলে মিশ্রিত দ্রবণে NO_3^- এর ঘনমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের পাত্র ২টির দ্রবণকে মিশ্রিত করলে মিশ্রিত দ্রবণে কোন অধঃক্ষেপ পড়বে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [AgI এর $Ksp = 6.3 \times 10^{-11}$]। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ নাইট্রোজেন ও ফসফরাস পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে নাইট্রোজেনে অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব নয় যা ফসফরাসে সম্ভব।

$_7N — 1s^2\,2s^2\,2p_x^1\,2p_y^1\,2p_z^1$

$_{15}P — 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^3\,3d^0$

ফসফরাসে খালি d অরবিটাল থাকায় এটি 3s এর একটি ইলেকট্রন 3d তে স্থানান্তর করে 5টি অসম্পূর্ণ অযুগ্ম অরবিটাল গঠন করে যা পাঁচটি ক্লোরিন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে PCl_5 গঠন করে। কিন্তু নাইট্রোজেন এর যোজ্যতা স্তরে ২য় স্তরে হওয়ায় এটি অষ্টক সম্প্রসারণ করতে পারে না বিধায় NCl_5 গঠিত হয় না।

গ উদ্দীপকের পাত্র দুইটির দ্রবণকে একত্রে মিশ্রিত করলে তা নিম্নরূপে বিক্রিয়া করবে–

$AgNO_3 + KI = AgI\downarrow + KNO_3$

অর্থাৎ মিশ্রিত দ্রবণে কোন NO_3^- আয়নের অধঃক্ষেপ পড়বে না।

10mL 0.5 NO_3^- আয়নের মোল সংখ্যা $n = \frac{0.05 \times 10}{1000}$

$= 4 \times 10^{-4}$

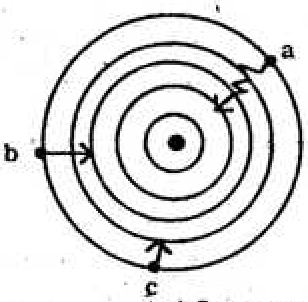
দ্রবণের আয়তন $V = (10 + 2)$ mL $= 12$ mL

$\therefore$ মিশ্রিত দ্রবণে NO_3 আয়নের ঘনমাত্রা $C = \frac{n}{v} = \frac{4 \times 10^{-4}}{\frac{12}{1000}}$

$= 0.033$ M

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৭



[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. দ্রাবক নিষ্কাশন কি? ১

খ. প্রভাবক কীভাবে বিক্রিয়ার হারকে প্রভাবিত করে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. C বিকিরণের শক্তি গণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের a এবং b বিকিরণের কম্পাঙ্কের তুলনা কর। ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রাবকে দ্রবীভূত একাধিক যৌগের মিশ্রণ থেকে সুনির্দিষ্ট উপযোগী দ্রাবক দ্বারা নির্দিষ্ট দ্রবকে মিশ্রণ থেকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে দ্রাবক নিষ্কাশন বলে।

খ প্রভাবকের সামান্য উপস্থিতি কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিকে প্রভাবিত করে এবং বিক্রিয়া শেষে পদার্থটির ভর ও গঠন অপরিবর্তিত থাকে। প্রভাবকের উপস্থিতি বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি কমিয়ে দেয় এবং বিক্রিয়াকে বিকল্প বা সরলতম পথ প্রদান করে। এটি কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ করে না। এরা বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি কমিয়ে দিয়ে বেশি সংখ্যক অণুকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযোগী করে তোলে। ফলে বিক্রিয়ার গতিবেগ বৃদ্ধি পায়।

যেমন : $2KClO_3 \xrightarrow[MnO_2]{\Delta} 2KCl + 3O_2$

এখানে, MnO_2 একটি প্রভাবক।

গ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ উদ্দীপকের a বিকিরণের জন্য ইলেকট্রন $n_2 = 4$ হতে $n_1 = 1$ অর্থাৎ প্রথম শক্তিস্তরে আগমন করে।

আমরা জানি,

রিডবার্গ ধ্রুবক $R_H = 1.09678 \times 10^7 m^{-1}$

সুতরাং, রিডবার্গের সমীকরণ মতে,

$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$\Rightarrow \frac{\mu_a}{c} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$ $[\because c = \mu\lambda]$

$\Rightarrow \mu_a = 3 \times 10^8 \times 1.09678 \times 10^7\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right) s^{-1}$

$\therefore \mu_a = 3.08 \times 10^{15}$Hz

আবার, b বিকিরণের জন্য ইলেকট্রন $n_2 = 4$ হতে $n_1 = 2$ তে স্থানান্তরিত হয়। সুতরাং রিডবার্গের সমীকরণ হতে পাই,

$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

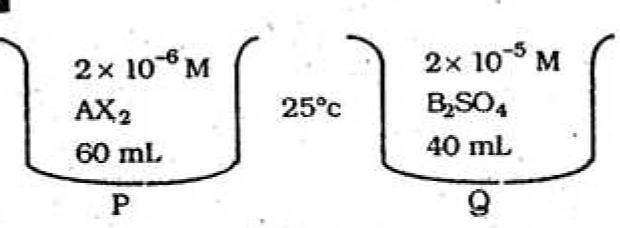
$\Rightarrow v_b = CR_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$= 3 \times 10^8 \times 1.09678 \times 10^7\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) s^{-1}$

$\therefore \mu_b = 6.17 \times 10^{14}$Hz

সুতরাং, a বিকিরণ অপেক্ষা b বিকিরণের কম্পাঙ্ক কম। সুতরাং, a বিকিরণের শক্তি, b বিকিরণের শক্তি অপেক্ষা বেশি।

প্রশ্ন ▶ ৫৮



ASO_4 এর
$K_{SP} = 2 \times 10^{-10}$

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. হুন্ডের সূত্রটি লিখ। ১

খ. বর্জ্য বিশোধন অপেক্ষা হ্রাসকরণ উত্তম– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের AX_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল গণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের P এবং Q দ্রবণ মিশ্রিত করলে, ASO_4 এর অধঃক্ষেপ পাওয়া যাবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হুন্ডের নীতি হলো–'একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।'

খ ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষাকার্যে ব্যবহৃত হওয়ার পর অবশিষ্ট এবং পরীক্ষাকার্য শেষে অপ্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যগুলোকে বর্জ্য বলে।
বর্জ্য বিশোধন কিংবা ব্যবস্থাপনার মূল কাজসমূহ হলো বর্জ্য চিহ্নিত করণ, বর্জ্য স্তুপীকরণ, কনটেইনার ব্যবস্থাপনা। বর্জ্য ব্যবস্থাপনা বর্জ্যের ক্ষতিকর প্রভাব হতে পরিবেশ রক্ষা করার অন্যতম উপায়। বর্জ্য বিশোধনের বিভিন্ন প্রযুক্তি থাকলেও তা সম্পাদন করা ব্যয়বহুল এবং কিছু ক্ষেত্রে বিপদজ্জনক। পরীক্ষাগারে পরিমিত রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার রাসায়নিক বর্জ্যের অধিকতর ক্ষতিকর প্রভাব ও রসায়ন গবেষণায় ব্যয় সংকোচন করে এবং নিরাপদ পরিবেশ সৃষ্টিতে সহায়তা করে। তাই বলা যায় বর্জ্য বিশোধন অপেক্ষা হ্রাসকরণ উত্তম।

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৯

মৌল	পারমাণবিক সংখ্যা
X	29
Y	30

[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. বর্ণালী কাকে বলে? ১
খ. 2d অর্বিটালটি সম্ভব নয় কেন? ২
গ. 'X' এর 23তম ইলেকট্রনটির ক্ষেত্রে চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সঠিক সেটটি নির্ণয় করো। ৩
ঘ. 'X' ও 'Y' এর আয়নসমূহের মধ্যে একটিকে শিখা ও সিক্ত উভয় পরীক্ষার মাধ্যমে সনাক্ত করা গেলে ও অপরটিকে সিক্ত পরীক্ষার মাধ্যমে সনাক্ত করা যায়, কিন্তু শিখা পরীক্ষার মাধ্যমে সনাক্ত করা যায় না।– বক্তব্যটি ব্যাখ্যা করো। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর ইলেকট্রন শক্তি শোষণ বা বিকিরণের ফলে এক শক্তিস্তর থেকে অন্য শক্তিস্তরে গমন করে, এর ফলে যে আলোক প্যাড সৃষ্টি হয় তাই বর্ণালী।

খ $n = 2$ হলে তা দ্বিতীয় প্রধান শক্তিস্তর।
এখন, $n = 2$ হলে
$l = (n-1)$ ও $0 = 1, 0$
অর্থাৎ $l = 0, 1$
আমরা জানি, $l = 0$ হলে উপশক্তিস্তর s
$l = 1$,, ,, p
ফলে ২য় প্রধান শক্তিস্তরে s ও p অরবিটাল সম্ভব। তাই 2d সম্ভব নয়।

গ উদ্দীপকের X মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 29, সুতরাং মৌলটি হলো কপার (Cu)।

$$_{29}Cu \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ sp^6\ 3d^{10}\ 4s^1$$

$_{29}Cu \rightarrow [Ar]$ [⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅] ($3d^{10}$) [1] ($4s^1$)

$$_{29}Cu \rightarrow [Ar]\ 3d^2_{xy}\ 3d^2_{yz}\ 3d^2_{zx}\ 3d^2_{x^2-y^2}\ 3d^2_{z^2}\ 4s^1$$

Cu-এর 23তম ইলেকট্রনটি $3d_{x^2-y^2}$ অরবিটালে অবস্থিত। 23তম ইলেকট্রনটির জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নিম্নরূপ:
প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, $n = 3$
সরকারি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, $l = 2$
চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, $m = +1\ [d_{x^2-y^2}]$
স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, $s = +\frac{1}{2}$

ঘ উদ্দীপকের Y মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 30; সুতরাং মৌলটি হলো জিংক (Zn) এবং 'গ' উত্তর থেকে পাই X মৌলটি হলো কপার (Cu)।
$(Cu)^{2+}$ এর সনাক্তকরণ: Cu^{2+} এর লবণে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করলে লালচে বাদামী অধঃক্ষেপ পড়ে। এটি Cu^{2+} এর নিশ্চিত পরীক্ষা।

$$2Cu^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4K^+$$

কপার (ii) ফেরোসায়ানাইড
(লালচে বাদামী) অধঃক্ষেপ

Cu^{2+} এর শিখা পরীক্ষা: সবুজ বর্ণের শিখা পাওয়া যায়।
Zn^{2+} এর সনাক্তকরণ: Zn^{2+} লবণের সাথে $K_4[Fe(CN)_6]$ দ্রবণ যোগ করলে জিংক (ii) ফেরোসায়ামাইডের সাদা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়। এটি Zn^{2+} আয়নের সিক্ত পরীক্ষা।

$$2Zn^{2+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Zn_2[Fe(CN)_6]\downarrow + 4K^+$$

সাদা অধঃক্ষেপ

শিখা পরীক্ষা: কোনো বর্ণ দেখায় না।

প্রশ্ন ▶ ৬০ 40°C তাপমাত্রায় NH_4OH এর দ্রাব্যতা 15g/L।
[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

ক. অরবিটাল কী? ১
খ. SO_4^{2} কীভাবে সনাক্ত করা যায়? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. NH_4OH এর Ksp নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উল্লেখিত যৌগের দ্রবণে NH_4Cl যুক্ত করা হলে দ্রাব্যতার পরিবর্তন পরিলক্ষিত হয়-ব্যাখ্যা কর। ৪

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ SO_4^{2-} আয়ন শনাক্তকরণের জন্য মূল দ্রবণে $Ba(NO_3)_2$ যোগ করতে হবে। $Ba(NO_3)_2$ যৌগটি দ্রবণে যোগ করলে $BaSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়বে। ঐ অধঃক্ষেপ যদি HCl এ দ্রবীভূত না হয় তাহলে SO_4^{2-} আয়ন নিশ্চিত। এখানে সংঘটিত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$SO_4^{2-}(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \longrightarrow BaSO_4\downarrow + NO_3^{2-}$$

(সাদা অধঃক্ষেপ)

এই সাদা অধঃক্ষেপই দ্রবণের সালফেট আয়নের (SO_4^{2-}) উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

গ ৩৪ নং প্রশ্নের 'গ' দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩১ নং প্রশ্নের 'ঘ' নং দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬১ X ও Y যথাক্রমে পর্যায় সারণীর ২য় ও ৩য় পর্যায়ের মৌল। উভয়ের যোজ্যতা স্তরে একটি করে ইলেকট্রন আছে।
[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক. Hazard Symbol কী? ১
খ. ফ্লোরিন অপেক্ষা ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি বেশি কেন? ২
গ. Y এর চেয়ে X এর কার্বনেটের স্থিতিশীলতা কম–ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. X ও Y মৌলের যোজ্যতা ইলেকট্রনের ৪টি কোয়ান্টাম সংখ্যার তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রাসায়নিক দ্রব্যের সম্ভাব্য বিপদ নির্দেশক আন্তর্জাতিকভাবে স্বীকৃত চিহ্নসমূহকে বিপদ সংকেত বা Hazard Symbol বলে।

খ সাধারণত গ্যাসীয় অবস্থায় কোন মৌলের এক মোল বিচ্ছিন্ন পরমাণু প্রত্যেকে 1 মোল ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত হয়ে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন এক মোল একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয় তাকে সে মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে। F অপেক্ষা Cl এর ইলেকট্রনের আকার বড় হওয়ায় F অপেক্ষা Cl এর পরমাণুর দিকে আগমনকারী ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কম হওয়ার

কথা, তবে F এর আকার অনেক ক্ষুদ্র হওয়ায় এবং এত ক্ষুদ্র পরিসরে সাতটি ইলেকট্রন থাকায় ইলেকট্রনের উপর শেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনসমূহের বিকর্ষণের কারণে Cl অপেক্ষা F এর ইলেকট্রন আসক্তি কম হয়।

গ উদ্দীপকের X ও Y মৌলদুটি হলো Li ও Na।
মৌল দুটি গ্রুপ (1) এর মৌল। একই গ্রুপে যত নিচের দিকে যাওয়া যায় পরমাণুর আকার কমে যায়। কারণ নতুন স্তর যুক্ত হয়।
ফাযানের পোলারায়ন নীতি অনুসারে, ক্যাটায়নের আকার যত ছোট হবে পোলারায়ন তত বেশি হবে। পোলারায়ন বেশি হলে আয়নিক যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেশি হবে।
সুতরাং, Li_2CO_3 এর সমযোজী বৈশিষ্ট্য Na_2CO_3 থেকে বেশি হবে।
সুতরাং Li_2CO_3 এর স্থিতিশীলতা Na_2CO_3 থেকে কম হবে।

ঘ X ও Y হলো Li ও Na
$Li \rightarrow 1s^2 2s^1$
$Na \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
Li এর যোজ্যতা স্তরের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা–

$n = 2, l = 0, m = 0, s = \frac{+1}{2}$

Na এর ক্ষেত্রে–

$n = 3, l = 0, m = 0, s = \frac{+1}{2}$

দেখা যাচ্ছে যে, Li ও Na এর l, m ও s এর মান একই হলেও n এর মান ভিন্ন।
পলির বর্জন নীতি অনুসারে, পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হয় না। যা Li ও Na উভয় পরমাণু মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ৬২ X ও Z দুটি একই পর্যায়ের ক্রমিক ধাতব মৌল। Z মৌলের শেষ ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট।

$n = 3, l = 2, = +2, s = +\frac{1}{2}$

[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক. অবস্থান্তর মৌল কী? ১
খ. পানির pH =7 -ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের Z মৌলের ১৯ তম ও ২০তম ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট পলির বর্জন নীতি মেনে চলে–মূল্যায়ন কর। ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d–অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ কোনো দ্রবণের pH এর মান নির্ভর করে ঐ দ্রবণে বিদ্যমান H^+ এবং OH^- আয়নের মোলার ঘনমাত্রার উপর। বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন $[H^+]$ এবং $[OH^-]$ এর ঘনমাত্রা প্রায় সমান হওয়ায় এর আয়নিক গুণফলের সমীকরণ দাঁড়ায়– $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$
বা, $[H^+][H^+] = 10^{-14}$
$\therefore [H^+] = 10^{-7}$
এখন উভয়পাশে –log নিলে পাওয়া যায় $-\log[H^+] = -\log 10^{-7}$
বা, pH = 7
অর্থাৎ বিশুদ্ধ পানির pH = 7।
সুতরাং বলা যায়, বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন আয়নদ্বয়ের ঘনমাত্রা সমান হওয়ায় বিশুদ্ধ পানির pH হয় 7।

গ উদ্দীপকের Z মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস হলো
$Z \rightarrow [Ar]\ 3d^5 4s^2$
$\therefore$ Z এর আগের মৌল x এর ইলেকট্রন বিন্যাস
$X \rightarrow [Ar]\ 3d^5 4s^1$
অর্ধপূর্ণ d অরবিটাল বেশি স্থিতিশীল তাই 4s অরবিটাল থেকে একটি ইলেকট্রন 3d তে চলে আসে।

ঘ উদ্দীপকের Z মৌলের ১৯তম ও ২০তম ইলেকট্রন 4s অরবিটালে প্রবেশ করে।
পলির বর্জন নীতি অনুযায়ী, কোনো পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একইরূপ হতে পারে না।
Z এর ১৯তম ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা–

$n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

২০তম ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে–

$n = 4, l = 0, m = 0, s = \frac{-1}{2}$

এই দুইটি ইলেকট্রনের প্রথম তিনটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হলে চতুর্থটি ভিন্ন যা পলির বর্জন নীতি মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ৬৩ মেহেদী সমআয়তনের 2×10^{-6} M $BaCl_2$ দ্রবণে 2×10^{-5} M Na_2SO_4 দ্রবণ মিশ্রিত করে পর্যবেক্ষণ করল। আবার সে লক্ষ্য করলো বেরিয়াম সালফেটের $1dm^3$ দ্রবণে সর্বোচ্চ 1.05×10^{-5} mol $BaSO_4$ দ্রবীভূত থাকতে পারে।

[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক. MSDS কী? ১
খ. সোডিয়াম কার্বনেটের জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয় –ব্যাখ্যা কর। ২
গ. $BaSO_4$ এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. মেহেদি তার পর্যবেক্ষনে কোনরূপ পরিবর্তন দেখতে পেল কী? বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MSDS এর পূর্ণরূপ হচ্ছে Material Safety Data Sheet।

খ সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) হলো সবল ক্ষারক NaOH ও দুর্বল অম্ল কার্বনিক এসিড (H_2CO_3) এর লবণ। এটি পানিতে দ্রবীভূত হয়ে প্রথমে Na^+ আয়ন ও CO_3^{2-} আয়নে বিভক্ত হয়। পরে দ্রবনে কার্বনেট (CO_3^{2-}) আয়ন পানির সাথে নিম্ন সমীকরণ মতে বিক্রিয়া করে দ্রবণে OH^- আয়নের পরিমাণ বৃদ্ধি করে।

$$Na_2CO_3(s) + aq \rightarrow 2Na^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$
$$CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + \boxed{OH^-(aq)}$$
$$HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + \boxed{OH^-(aq)}$$

ফলে দ্রবণে OH^- আয়নের সংখ্যা বাড়ার কারণে দ্রবণের pH এর মান 7 এর চেয়ে বেড়ে যায়; অর্থাৎ Na_2CO_3 এর দ্রবণটি ক্ষারীয় হয়।

গ ৩৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া–
$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$
এখানে,
$K_{sp} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 1.05 \times 10^{-5}$
ধরি, V আয়তনে 2×10^{-6} M $BaCl_2$ দ্রবণে V আয়তনের 2×10^{-5} M Na_2SO_4 দ্রবণ মিশ্রিত করা হলো। তাহলে মিশ্রণের আয়তন 2V মিশ্রিত করার পর।

$[Ba^{2+}] = \frac{2 \times 10^{-6} \times V}{2V} = 1 \times 10^{-6}$ M

$[SO_4^{2-}] = \frac{2 \times 10^{-5} \times V}{2V} = 1 \times 10^{-5}$ M

$\therefore IP = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 1 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-5} = 1 \times 10^{-11}$
যেহেতু $IP < K_{sp}$
অতএব $BaSO_4$ অধঃক্ষিপ্ত হবে না।

প্রশ্ন ▶ ৬৪

দ্রবণ	বিকারক	অধঃক্ষেপের বর্ণ
$CuSO_4$ 0.02 M এর 20 mL	(i) $Ba(NO_3)_2$ 0.01M 5 mL	সাদা এবং যার $Ksp = 3.1 \times 10^{-34}$ M^2
	(ii) X দ্রবণ	$Cu_2[Fe(CN)_6$ লালচে বাদামী + $4K^+$

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. BHA অর্থ কী? ১

খ. রাইডার ধ্রুবক বলতে কি বুঝ? ২

গ. X যৌগটির কেন্দ্রীয় পরমাণু কেন রঙিন যৌগ গঠন করে ব্যাখ্যা কর। ৩

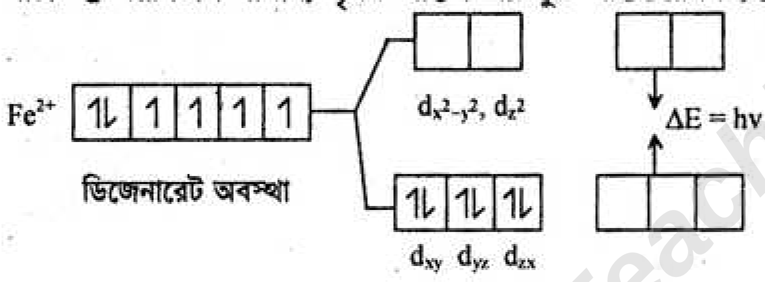
ঘ. (i)নং বিকারকের অধঃক্ষেপের ক্ষেত্রে, Ksp এর সাথে তার Kip এ তুলনা কর। ৪

৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক BHA হলো Butylated Hydroxy Anisole.

খ বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

গ X যৌগটি $K_4[Fe(CH)_6]$। এর কেন্দ্রীয় পরমাণু Fe অবস্থান্তর ধাতু ও এদের আয়নে অপূর্ণ d অরবিটাল থাকে বলে তারা রঙিন যৌগ গঠন করে। Fe এর মুক্ত একক পরমাণুতে পাঁচটি d-অরবিটাল সমশক্তিস্তরে থাকে যার ডিজেনারেট অবস্থা নামে পরিচিত। জটিল আয়ন গঠনের সময় লিগান্ডের অরবিটাল ধাতুর d অরবিটালের কাছে আসলে বিকর্ষণের কারণে d অরবিটালে শক্তির সামান্য উর্ধ্বমুখী ও নিম্নমুখী পার্থক্য ঘটে। একে নন-ডিজেনারেট অবস্থা বলা হয়। ফলে পাঁচটি d অরবিটাল সামান্য পৃথক শক্তিসম্পন্ন দুটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত হয়।



শক্তিস্তর দুটির মধ্যে যে পার্থক্য হয় (ΔE) তা দৃশ্যমান আলোর বর্ণালীর যে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ সেই তরঙ্গ d অরবিটাল শোষণ করে। আলোর অবশিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের রঙ আমরা দেখি।

ঘ নিম্নোক্ত বিক্রিয়ার মাধ্যমে (i) নং বিকারকের অধঃক্ষেপ পড়ে।

$CuSO_4 + Ba(NO_3)_2 = BaSO_4\downarrow + Cu(NO_3)_2$

$BaSO_4$ এর অধঃক্ষেপণটি উভমুখী বিক্রিয়া।

$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + SO_4^{2-}$

$K_{sp} = (Ba^{2+})[SO_4^{2-}] = 3.1 \times 10^{-34}\ M^2$

মিশ্রিত করার পর,

$[Ba^{2+}] = \frac{0.01M \times 0.005L}{0.025L} = 0.002\ M$

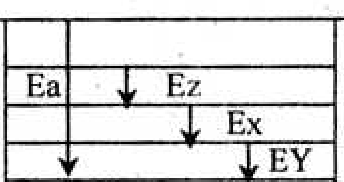
$[SO_4^{2-}] = \frac{0.02\ M \times 0.02\ L}{0.025\ K} = 0.016\ M$

∴ আয়নিক গুণফল $K_{ip} = [Ba^{2+}][SO_4^{2-}] = 0.002 \times 0.016\ M^2$
$= 3.2 \times 10^{-5}\ M^2$

$\therefore K_{ip} > K_{sp}$

প্রশ্ন ▶ ৬৫

b পরমাণুর প্রদত্ত রেখা বর্ণালীর ক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তি = E বিবেচনা করি।



চিত্র: b পরঃ বর্ণালী

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. প্রশমন তাপ কাকে বলে? ১

খ. গ্লাস ক্লিনারে কেন, NaOH ব্যবহৃত হয় না? ২

গ. bBr এবং MgO এর মধ্যে কোনটি অধিক সমযোজী প্রকৃতির– ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. চিত্রের বিকিরিত শক্তিসমূহের মধ্যকার সম্পর্ক বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কক্ষ তাপমাত্রায় (25°C) এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় 1 mole পানি উৎপন্ন হতে যে পরিমাণ তাপ শক্তির উদ্ভব হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে।

খ গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা তথা NaOH ব্যবহার করা হয় না, কারণ গ্লাসের প্রধান উপাদান হলো SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$

ফলে গ্লাস ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না।

গ উদ্দীপকের bBr যৌগটি HBr (হাইড্রোজেন ব্রোমাইড) HBr একটি পোলার সমযোজী যৌগ। MgO একটি আয়নিক যৌগ। এইদিক দিয়ে বিবেচনা করলে HBr অধিক সমযোজী প্রকৃতির। HBr পোলার যৌগ হওয়ায় এখানে আংশিক ক্যাটায়ন $H^{\delta+}$ এবং আংশিক অ্যানায়ন $Br^{\delta+}$ বিদ্যমান।

ফাযানের পোলারায়ন নীতি অনুযায়ী,

ক্যাটায়নের আকার যত ছোট হবে এবং অ্যানায়নের আকার যত বড় হবে পোলারায়ন তত বেশি হবে অর্থাৎ সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেশি হবে।

H^+ এর আকার Mg^{2+} থেকে ছোট এবং Br^- এর আকার O^{2-} থেকে বড়।

সুতরাং HBr-এ বেশি পোলারায়ন ঘটবে এবং যৌগটি বেশি সমযোজী প্রকৃতির হবে।

ঘ E_a বিকিরিত শক্তির ক্ষেত্রে,

$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2}\right)$

$\Rightarrow \lambda = 3.64 \times 10^{-7}\ m$

h = তরঙ্গদৈর্ঘ্য
$n_1 = 2$
$n_2 = \infty$
$R_H = 109678\ cm^{-1}$
c = আলোর বেগ = $3 \times 10^8\ ms^{-1}$

$\therefore E_a = h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.64 \times 10^{-7}}$
$= 5.46 \times 10^{-19}$ J

E_z এর ক্ষেত্রে,

$\lambda = \frac{1}{R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)}$

$n_1 = 4$
$n_2 = 5$

$= 4.05 \times 10^{-6}$ m

$E_z = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4.05 \times 10^{-6}}$
$= 4.9 \times 10^{-20}$ J

E_x এর ক্ষেত্রে,

$\lambda = \frac{1}{109678\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right)}$ cm

$n_1 = 3$
$n_2 = 4$

$= 1.87 \times 10^{-6}$ m

$\therefore E_x = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.87 \times 10^{-6}}$ J
$= 1.06 \times 10^{-19}$

E_y এর ক্ষেত্রে,

$$\lambda = \frac{1}{109678\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)} \text{ cm} \qquad \left| \begin{array}{l} n_1 = 2 \\ n_2 = 3 \end{array} \right.$$

$= 6.56 \times 10^{-5}$ cm

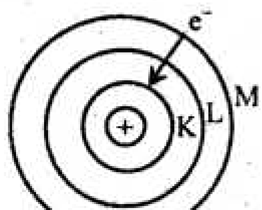
$= 6.56 \times 10^{-7}$m

$$\therefore E_y = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6.56 \times 10^{-7}} \text{ J}$$

$= 3.03 \times 10^{-19}$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, $E_a > E_y > E_x > E_z$

প্রশ্ন ▶ ৬৬



[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

ক. লিগান্ড কী? ১

খ. N_2 অণুতে সিগমা ও পাই বন্ধন উভয়ই দেখা যায়– ব্যাখ্যা কর। ২

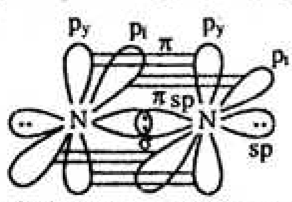
গ. উদ্দীপকে মডেলটির সর্ববহিঃস্থ শক্তি স্তরে মোট অরবিটাল ও ইলেকট্রন সংখ্যা কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে হিসেব করে দেখাও। ৩

ঘ. মডেলটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলে ইলেকট্রনটির ধাপান্তরের সময় নির্গত শক্তি এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৪

৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

খ অণুতে সিগমা ও π বন্ধন উভয়ই থাকে। ব্যাখ্যা–



N_2 অণু গঠনের সময় নাইট্রোজেন পরমাণুদ্বয়ে sp সংকরায়ন ঘটে। দুটি sp সংকর অরবিটালের মধ্যে σ বন্ধ ও বাকি দুটিতে জোড় ইলেকট্রন থাকে। অসংকরিত p_y ও p_z অরবিটালগুলো পাশাপাশি অধিক্রমণের মাধ্যমে π বন্ধন গঠন করে।

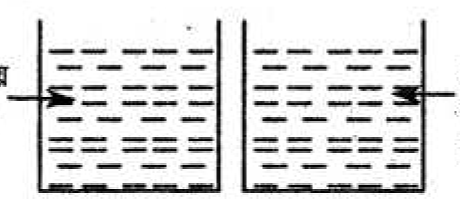
সুতরাং N_2 অণুতে σ ও π উভয় বন্ধনই থাকে।

গ ৬ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৬ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৬৭

25°C তাপমাত্রায় 20mL 0.02 M $AgNO_3$ দ্রবণ



25°C তাপমাত্রায় 40mL 0.04 M NaCl দ্রবণ

১নং পাত্র ২নং পাত্র

25°C তাপমাত্রায় $AgNO_3$ এর দ্রাব্যতা $= 2.2 \times 10^{-3}$ gL^{-1} এবং AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল $= 1.8 \times 10^{-1}$ $mol^2 L^{-2}$ (Ag এর পারমাণবিক ভর = 107.87)

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১

খ. গাঢ় H_2SO_4 এর সরাসরি পানি যোগ করা উচিত নয় কেন? ২

গ. ১নং পাত্রে রক্ষিত $AgNO_3$-এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ১নং পাত্রে দ্রবণের মধ্যে ২নং পাত্রের দ্রবণ সম্পূর্ণরূপে মেশালে AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে কী? বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ গাঢ় H_2SO_4 এ সরাসরি পানি যোগ করা নিরাপদ নয় কারণ গাঢ় H_2SO_4 ও পানির বিক্রিয়া বা মিশ্রণে প্রচুর তাপ নির্গত হয় যা কাচপাত্রের ভাজানসহ মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটাতে পারে এবং গাঢ় এসিড শরীরে পড়ার সম্ভাবনা থাকে।

গ ১৬ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৭ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৬৮



AgCl এর $K_{sp} = 1.6 \times 10^{-10}$ এবং KNO_3 এর $Ksp = 2.5 \times 10^{-2}$

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. দৈত্যাকার অণু কি? ১

খ. অরবিটাল ও অরবিটালের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ? ২

গ. উদ্দীপকের KCl এর পরিমাণ মিলিগ্রামে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দ্রবণ দুটি মিশ্রিত করলে যে দুটি উৎপাদ পাওয়া যায় তার কোনটির অধঃক্ষেপ পড়বে? ৪

৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মাঝে মাঝে একটি পদার্থের অসংখ্য অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে একটি বৃহদাকার অণু গঠন করে। একে দৈত্যাকার অণু বলা হয়।

খ অরবিট ও অরবিটালের মধ্যে মূল পার্থক্য:

পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে নির্দিষ্ট শক্তিস্তর ইলেকট্রন আবর্তনরত বৃত্তাকার কক্ষপথকে অরবিট বলে। পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ত্রিমাত্রিক যেসব অঞ্চলে ইলেকট্রন পাওয়ার সম্ভাবনা বেশি তাকে অরবিটাল বলে।

অরবিট বৃত্তাকার। এর আকৃতি বিভিন্ন। s বর্তুলাকার, p-ডাম্বেলাকৃতির, d-ডাবল ডাম্বেলাকৃতির।

বিভিন্ন শক্তিস্তরে নির্দিষ্ট সংখ্যক ($2n^2$) ইলেকট্রন থাকে। প্রতিটি অরবিটালে মধ্যস্থিত দুইটি ইলেকট্রন থাকতে পারে।

গ $S = \frac{1000 \text{ W}}{\text{MV}}$

$\Rightarrow W = \frac{SMV}{1000}$

$= \frac{0.25 \times 74.6 \times 100}{1000}$ g

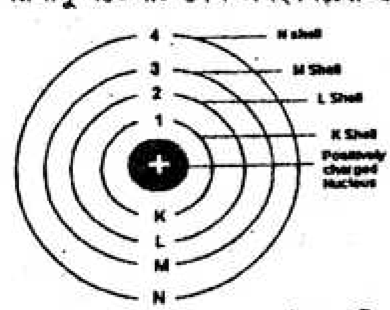
$= 1.865$ g

$\therefore$ W = 1865 mg

এখানে,
S = 0.25
M = 74.6
V = 100 ml
W = ?

ঘ ৩৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬৯ নিচের পরমাণু মডেলটি দেখ এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. কম্পোজিট কনিকা কি? ১

খ. 3f অরবিটাল সম্ভব নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের পরমাণুর 4^{th} কক্ষের ব্যাসার্ধ 8.5×10^{-10}m হলে উক্ত ইলেকট্রনটির গতিবেগ নির্ণয় কর। [ইলেকট্রনের ভর = 9.1×10^{-31}kg] ৩

ঘ. উদ্দীপকের মতে প্রতিটি কক্ষপথে s অরবিটালের ইলেকট্রন জোড় পলির বর্জন নীতি অনুসরণ করে। কোয়ান্টাম সংখ্যার সেটের আলোকে বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থায়ী ও অস্থায়ী মূল কণিকা ব্যতীত একধরণের ভারী কণিকা পাওয়া যায় যাদেরকে কম্পোজিট কণিকা বলা হয়। যেমন: আলফা কণিকা।

খ যখন n = 3 হয়, তখন l এর মান 0, 1, 2। আমরা জানি, s, p ও d অরবিটারের জন্য l এর মান যথাক্রমে 0, 1 ও 2 হয়। অর্থাৎ তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তরে 3s, 3p ও 3d অরবিটালের বিন্যাস সম্ভব ; কিন্তু 3f অরবিটাল পাওয়া সম্ভব নয়।

গ ২৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকে চারটি s-অরবিটাল বিদ্যমান 1s, 2s, 3s ও 4s.

চারটি কক্ষপথের এ চারটি s অরবিটালের ইলেকট্রন জোড় পলির বর্জন নীতি অনুসরণ করে। নিম্নে কোয়ান্টাম সংখ্যার সেটের আলোকে ব্যাখ্যা করো হলো–

1s অরবিটালের প্রথম ইলেকট্রনের জন্য,

$n = 1; l = 0; m = 0; s = +\frac{1}{2}$

1s অরবিটালের দ্বিতীয় ইলেকট্রনের জন্য,

$n = 1; l = 0; m = 0; s = -\frac{1}{2}$

প্রথম ও দ্বিতীয় ইলেকট্রনের জন্য তিনটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হলেও ৪র্থ অর্থাৎ স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা ভিন্ন।

2s অরবিটালের প্রথম ইলেকট্রনের জন্য,

$n = 2; l = 0; m = 0; s = +\frac{1}{2}$

2s অরবিটালের দ্বিতীয় ইলেকট্রনের জন্য,

$n = 2; l = 0; m = 0; s = -\frac{1}{2}$

অনুরূপভাবে, 3s অরবিটালের দুটি ইলেকট্রনের জন্য,

$n = 3; l = 0; m = 0; s = +\frac{1}{2}$

$n = 3; l = 0; m = 0; s = -\frac{1}{2}$

আবার, 4s অরবিটালের ইলেকট্রনদ্বয়ের জন্য,

$n = 4; l = 0; m = 0; s = +\frac{1}{2}$

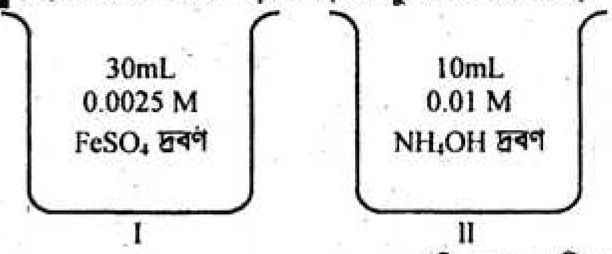
$n = 4; l = 0; m = 0; s = -\frac{1}{2}$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে যে, প্রতিটি s অরবিটালেই দুটি ইলেকট্রনের তিনটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান এক হলেও চতুর্থ অর্থাৎ, স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান ভিন্ন।

পলির বর্জন নীতি হতে আমরা জানি, একই অরবিটালের দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হতে পারে না।

সুতরাং, কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট অনুযায়ী প্রতিটি কক্ষপথে s অরবিটালের ইলেকট্রন জোড় পলির বর্জন নীতি অনুসরণ করে।

প্রশ্ন ▶ ৭০ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:



[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. পাই বন্ধন কী? ১

খ. Zn d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয় কেন? ২

গ. I নং দ্রবণের ঋণাত্মক আয়নকে কীভাবে সনাক্ত করবে? ৩

ঘ. I ও II নং দ্রবণ একত্রে মিশ্রিত করলে দ্রবণে $Fe(OH)_2$ অধক্ষিপ্ত হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

৭০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি পরমাণুর প্রত্যেকটি হতে একটি করে দুটি সমান্তরাল p অরবিটালের পার্শ্ব অধিক্রমণের ফলে সৃষ্ট বন্ধনকে পাই (π) বন্ধন বলা হয়।

খ যে সকল মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d- অরবিটাল আংশিক পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। Zn এর সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস,

$Zn^{2+} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^0$

এখানে d অরবিটাল সম্পূর্ণ পূর্ণ, আংশিক পূর্ণ নয়। সুতরাং সজ্ঞানুসারে, Zn অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ উদ্দীপকের I নং দ্রবণের ঋণাত্মক আয়নটি হচ্ছে SO_4^{2-}। এর সনাক্তকরণ পদ্ধতি নিম্নে বর্ণিত হল–

$FeSO_4(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) + Fe(NO_3)_2(aq)$

সাদা অধঃক্ষেপ

বেরিয়াম নাইট্রেট পরীক্ষায় সালফেট (SO_4^{2-}) আয়ন সাদা অধঃক্ষেপ দেয়। কিন্তু কার্বনেট (CO_3^{2-}) আয়নও একই অধঃক্ষেপ দেয়। এই অধঃক্ষেপে যদি লঘু HCl যোগ করা হয় তবে বুদবুদ আকারে CO_2 গ্যাস নির্গত হলে কার্বনেট (CO_3^{2-}) আয়ন নিশ্চিত হয়। আর বুদবুদ সৃষ্টি না হলে সালফেট (SO_4^{2-}) আয়ন এর উপস্থিতি নিশ্চিত করা হয়।

ঘ $FeSO_4(aq) + 2NH_4OH(aq) \longrightarrow Fe(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$

মিশ্রিত দ্রবণের আয়তন = (30 + 10) mL

= 40mL

$\therefore Fe^{2+}$ এর ঘনমাত্রা, $M_1 = \frac{30 \times 0.0025}{40}$ M

= 0.001875M

OH^- এর ঘনমাত্রা, $M_2 = \frac{10 \times 0.01}{40}$ M

= 0.0025M

$Fe(OH)_2(aq) \longrightarrow Fe^{2+}(aq) + 2OH^-$

$\therefore Fe(OH)_2$ এর আয়নিক গুণফল, $K_{ip} = [Fe^{2+}][OH^-]^2$

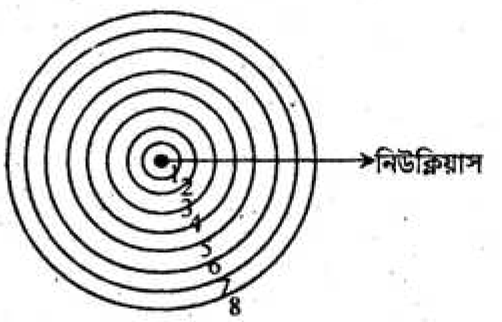
$= 0.001875 \times (0.0025)^2$

$= 1.17 \times 10^{-8}$

$Fe(OH)_2$ এর দ্রব্যতার গুণফল, $K_{sp} = 7.9 \times 10^{-15}$

$\therefore K_{ip} > K_{sp}$। অর্থাৎ আয়নিক গুণফল দ্রাব্যতার গুণফল অপেক্ষা বেশি। অতএব, $Fe(OH)_2$ এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶ ৭১



[শহীদ বীর বিক্রম রমিজউদ্দিন ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. হেনরীর সূত্রটি কি? ১

খ. $CaCl_2$ এবং $AlCl_3$ এর মধ্যে কোনটি অধিক সমযোজী এবং কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ২য় শক্তিস্তরের S-অরবিটালে এবং ৩য় শক্তি স্তরের S-অরবিটালে একটি করে ইলেকট্রন একই দিকে ঘুরছে। এক্ষেত্রে ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জন নীতি মেনে চলে। ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের চিত্র অনুযায়ী প্যাশ্চেনস সিরিজটি অংকন কর এবং উক্ত সিরিজের তৃতীয় লাইনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, কম্পাংক এবং তরঙ্গ সংখ্যা নির্ণয় করো। ৪

৭১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রবণে দ্রবীভূত গ্যাসীয় পদার্থের পরিমাণ তার আংশিক চাপের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, আংশিক চাপ বৃদ্ধির সাথে দ্রাব্যতা বৃদ্ধি আর হ্রাসের সাথে দ্রব্যতা হ্রাস পায়।

খ ফাযানের নীতি অনুযায়ী আমরা জানি, যে ক্যাটায়নের আকার ও চার্জের মান যত বেশি হবে,ঐ যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্য তত প্রকট হবে এবং উক্ত যৌগের দ্রবণীয়তা তত হ্রাস পাবে। $CaCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে Al^{3+} এর আকার Ca^{2+} অপেক্ষা ছোট। আবার Al^{3+} এর চার্জ ঘনত্বও বেশি। সুতরাং ফাযানের নীতি অনুসারে Al^{3+} কর্তৃক Cl^- আয়নের পোলারায়ন, Ca^{2+} কর্তৃক Cl^- আয়নের পোলারায়ন অপেক্ষা বেশি হবে। অর্থাৎ $AlCl_3$ অধিক সমযোজী হবে।

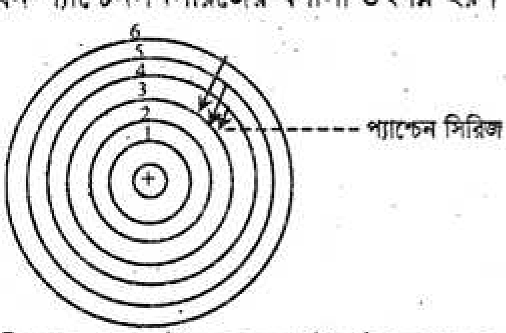
গ পাউলির বর্জন নীতি অনুসারে একই পরমাণুর দুইটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান সমান হয় না।
উদ্দীপকের ইলেকট্রনদ্বয় একই দিকে ঘোরায় এদের স্পিন একই হবে। কিন্তু প্রধান শক্তিস্তর ভিন্ন হওয়াই প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা ভিন্ন হবে।
২য় ও ৩য় শক্তিস্তরের ইলেকট্রনগুলোর কোয়ান্টাম সংখ্যা নিম্নরূপ:

$n = 2, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2};$

$n = 3, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

পাউলির বর্জন নীতি অনুযায়ী ইলেকট্রনদ্বয়ের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান এক নয়। অর্থাৎ ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জন নীতি মেনে চলে।

ঘ যখন ইলেকট্রন n = 4, 5, 6, ... শক্তিস্তর থেকে n = 3 শক্তিস্তরে পতিত হয় তখন প্যাশ্চেনস সিরিজের বর্ণালী উৎপন্ন হয়।



প্যাশ্চেনস সিরিজের ৩য় লাইনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গসংখ্যা নিম্নে নির্ণয় করা হল:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right); R_H = 109678 cm^{-1}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2}\right)$$

$$= 9139.83\ cm^{-1}$$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 1.09 \times 10^{-4} cm$

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8\ ms^{-1}}{1.09 \times 10^{-4} \times 10^{-2} m}$

$= 2.75 \times 10^{14}$ Hz

এবং তরঙ্গ সংখ্যা $= \frac{1}{\lambda} = 9139.83\ cm^{-1}$.

প্রশ্ন ▶ ৭২

60mL 7×10^{-3}(M) $CaCl_2$ দ্রবণ 31°C	75.8 mL $\times 10^{-3}$ (M) NaF দ্রবণ 31°C
A	

31°C তাপমাত্রায় CaF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল $Ksp = 4 \times 10^{-11} mol^{-3/L^3}$

[শহীদ বীর বিক্রম রমিজউদ্দীন ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১

খ. দ্রাব্যতার সাথে তাপমাত্রার সম্পর্কযুক্ত লেখ চিত্রসমূহ বিশ্লেষণ করো। ২

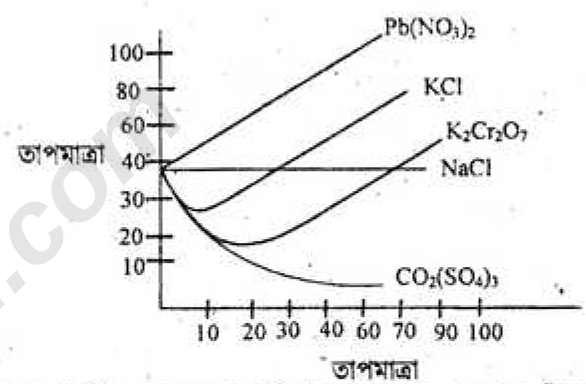
গ. A পাত্রের দ্রবণের ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়ন দুইটি শনাক্ত করণ পরীক্ষা সমীকরণসহ দেখাও। ৩

ঘ. A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণে CaF_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৭২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ দ্রাব্যতার সাথে তাপমাত্রার লেখচিত্রসমূহ নিম্নে বিশ্লেষণ করা হল–



বেশিরভাগ পদার্থের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালে দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। তবে কিছু দ্রবের ক্ষেত্রে তাপের শোষণ ঘটে যার ফলে দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। যেমন: $Ca(OH)_2$, NaOH.

গ $CaCl_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$

A পাত্রের ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন যথাক্রমে Ca^{2+} ও Cl^- নিম্নে এদের সনাক্তকরণ প্রক্রিয়া সমীকরণসহ দেখানো হলো–

ক্যাটায়ন সনাক্তকরণ:

$$CaCl_2(aq) + 2NH_4OH(aq) \longrightarrow \underset{(s)}{Ca(OH)_2} + 2NH_4Cl\ (aq)$$

সাদা গুড়ার ন্যায় অধঃক্ষেপ

$$Ca(OH)_2\ (s) + NaOH(aq) \longrightarrow \text{No reaction}$$

অথবা,

$$CaCl_2(aq) + \begin{vmatrix} COONH_4 \\ COONH_4 \end{vmatrix} (aq) \longrightarrow Ca\begin{matrix} COO \\ COO \end{matrix}(s) + 2NH_4Cl(aq)$$

সাদা অধঃক্ষেপ

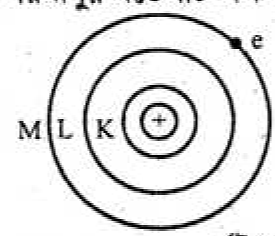
অ্যানায়ন সনাক্তকরণ:

$$CaCl_2(aq) + 2AgNO_3(aq) \longrightarrow 2AgCl(s) + Ca(NO_3)(aq)$$

সাদা অধঃক্ষেপ

ঘ ৭০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৭৩ হাইড্রোজেন পরমাণুর মডেলটি লক্ষ কর:



[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১
খ. $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ এর গলনাংক কম কেন? ২
গ. উদ্দীপকের আবর্তনশীল ইলেকট্রনের বেগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের ইলেকট্রন ধাপান্তরে লাইম্যান সিরিজে বিকির্ণ শক্তি জুল এককে কত হবে? গাণিতিকভাবে যুক্তি দাও। ৪

৭৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ Fe^{3+} এর আয়নিক ব্যাসার্ধ 0.60Å এবং Fe^{2+} এর আয়নিক ব্যাসার্ধ 0.75Å। ফাযানের নীতি অনুযায়ী, কোনো তড়িৎযোজী বন্ধনে অংশগ্রহণকারী ক্যাটায়নের আকার যতো ছোট হয়, তার অ্যানায়নকে পোলারায়িত করার সামর্থ্যও তার অধিক হয়। ক্যাটায়নের ব্যাসার্ধ কম হলে চার্জ ঘনত্বের মাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং নিউক্লিয়াস হতে ইলেকট্রন মেঘের প্রতি আকর্ষণও বৃদ্ধি পায়। ফলে, তড়িৎযোজী বন্ধনের সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেড়ে যায়। তাই $FeCl_3$ লবণের সমযোজী বৈশিষ্ট্য $FeCl_2$ লবণের চেয়ে অধিকতর হয়। সমযোজী যৌগের গলনাংক তুলনামূলকভাবে কম হয়। তাই $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ এর গলনাংক কম হয়।

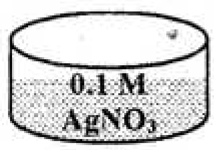
গ ২৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৪ নিচের চিত্রটি দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



25°C তাপমাত্রায় AgCl এর $Ksp = 1.80 \times 10^{-10}$



দ্রবণ-A দ্রবণ-B

বিক্রিয়া $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$

[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১
খ. K_c এর মান কখনও শূন্য বা অসীম হতে পারে না কেন? ২
গ. A দ্রবণে Cl^- এর ঘনমাত্রা gmL^{-1} এককে গণনা কর। ৩
ঘ. A দ্রবণে B দ্রবণ যোগ করলে A দ্রবণের AgCl এর দ্রাব্যতার কীরূপ পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C][D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A][B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা gmL^{-1} এককে নির্ণয়–

দেওয়া আছে,

$Ksp = 1.8 \times 10^{-10}$

এখানে, $AgCl \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$

এখানে, ধরি, $[Ag^+] = [Cl^-] = S$

$\therefore Ksp = [Ag^+] \times [Cl^-] = S^2$

$\Rightarrow S = \sqrt{Ksp} = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}}\ molL^{-1}$

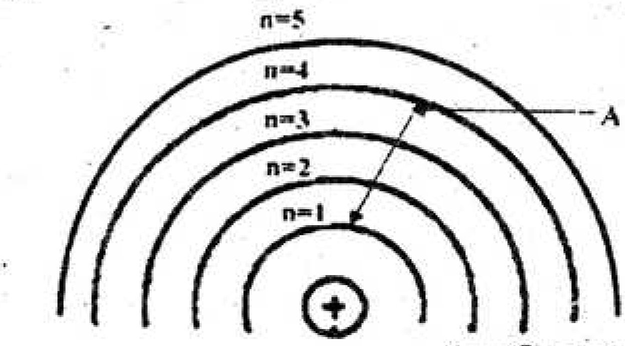
$\Rightarrow S = 1.34 \times 10^{-5} molL^{-1}$

$\Rightarrow S = 1.34 \times 10^{-5} \times 143.5 gL^{-1}$ [∴ AgCl এর আণবিক ভর $143 g\ mol^{-1}$]

$\therefore S = 1.92 \times 10^{-3}\ gmL^{-1}$

ঘ ৩১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৫



[সরকারি বঙ্গবন্ধু কলেজ, ঢাকা]

ক. গ্রাম তুল্যভর কাকে বলে? ১
খ. H_2SO_4 কে সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলা হয় কেন? ২
গ. A রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর এবং এর প্রয়োগ বর্ণনা কর। ৩
ঘ. ২য় ও ৩য় স্তরে অবস্থিত একটি ইলেকট্রনের শক্তির পার্থক্য নির্ণয় কর। ৪

৭৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পদার্থের আনবিক ভরকে তার তুল্য সংখ্যা দিয়ে ভাগ করলে যে ভর পাওয়া যায় তাই গ্রাম তুল্য ভর।

খ H_2SO_4 একটি সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। কারণ–

i. গাঢ় H_2SO_4 পানিগ্রাহী তরল পদার্থ।
ii. এটি অত্যন্ত ক্ষয়কারক। নিক্তির সংস্পর্শে নিক্তির ক্ষয় সাধন করে। তাই একে রাসায়নিক নিক্তিতে ওজন করা হয় না।

গ আমরা জানি,

তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে,

$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$= 109678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

$= 109678\left(1 - \frac{1}{9}\right)$

$= 97491.55\ cm^{-1}$

$\therefore \lambda = 102.57\ nm$

এখানে,
$n_1 = 1$
$n_2 = 3$
$R_H = 109678\ cm^{-1}$
$\lambda = ?$

রশ্মিটি অতিবেগুণী রশ্মি।

জাল টাকা বা পাসপোর্ট শনাক্তকরণে UV ray ব্যবহার করা হয়। টাকার নোটে বা পাসপোর্টের নির্দিষ্ট জায়গায় UV রশ্মি প্রতিপ্রভ ফ্লোরোসেন্স পদার্থ দেওয়া থাকে। নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের UV ray এর উপর পড়লে তা বৈশিষ্ট্যপূর্ণ আলো প্রতিফলিত করে। প্রতিফলিত রশ্মির বর্ণ দেখে জাল টাকা বা পাসপোর্ট সনাক্ত করা যায়।

ঘ উপরের পরমাণুটি হাইড্রোজেন (H)।

২য় শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের শক্তি E_2 হলে,

$E_2 = \frac{-2\pi^2 mZ^2e^4}{n_2^2h^2}$

৩য় শক্তিস্তরে শক্তি E_3 হলে,

এখানে,
m = এলেকট্রনের ভর
$= 9.11 \times 10^{-31}$ kg
Z = 1

$$E_3 = -\frac{2\pi^2 m z^2 e^4}{n_3^2 h^2}$$

$$\therefore E_3 - E_2 = \Delta E$$

$$= -\frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{n_3^2h^2} - \left(\frac{-2\pi^2 mZ^2 e^4}{n_2^2 h^2}\right)$$

$$= \frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{h^2}\left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_3^2}\right)$$

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ C
$n_2 = 2$
$n_3 = 3$
h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক
$= 6.63 \times 10^{-34}$ 3s

$$= \frac{2\pi^2 \times 9.11 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{(6.63 \times 10^{-34})^2}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$= 3.72 \times 10^{-39} \text{ J}$$

সুতরাং ২য় ও ৩য় স্তরে অবস্থিত একটি ইলেকট্রনের শক্তির পার্থক্য 3.72×10^{-39} J

প্রশ্ন ▶ ৭৬ A ও B মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সেট নিম্নরূপ–

$A \rightarrow n = 3, l = 2, m = -2, s = +\frac{1}{2}$

$B \rightarrow n = 3, l = 2, m = -2, s = -\frac{1}{2}$

[সরকারি বঙ্গবন্ধু কলেজ, ঢাকা]

ক. অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে? ১

খ. l ও m হিসেব করে ৩য় শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা ও ইলেকট্রন সংখ্যা হিসেব কর। ২

গ. A মৌলটির একটি অবস্থান্তর মৌল নয়-- কারণসহ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. B মৌলটি জটিল আয়ন গঠন করে– ব্যাখ্যা কর। ৪

৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d–অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	প্রধান শক্তিস্তর n	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l = (n-1)$	উপস্তর	উপস্তরের সংখ্যা	চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	অরবিটাল সংখ্যা	উপস্তরে ইলেকট্রনের সংখ্যা $= 2(2l+1)$	মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা
M	n = 3	$l = 0$ 1 2	3s 3p 3d	3	0 −1, 0, +1 −2, −1, 0, +1, +2	1 3 5	$2(2\times0+1)=2$ $2(2\times1+1)=6$ $2(2\times2+1)=10$	18

গ উদ্দীপকের A মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস হলো–

$A \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$

সুতরাং মৌলটি Sc (স্ক্যান্ডিয়াম)। Sc এর স্থিতিশীল আয়ন Sc^{3+}।

$S_c^{3+} \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^0\ 4s^0$

এখানে d অরবিটালে কোনো ইলেকট্রন নেই। সুতরাং Sc অবস্থান্তর মৌল নয়।

ঘ উদ্দীপকের B মৌলটি Fe যা এর শেষ ইলেকট্রন কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট থেকে জানা যায়।

$_{26}Fe \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2 4p^0$

Fe জটিল আয়ন গঠন করে যা নিচের উদাহরণের সাহায্যে দেখানো যায়:

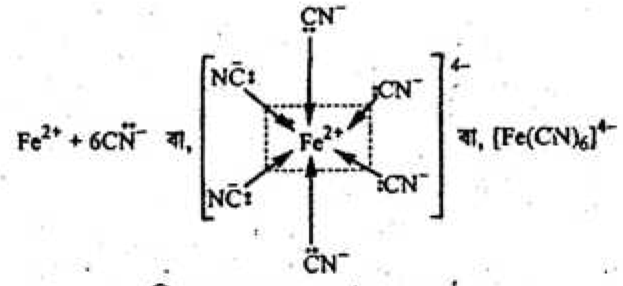
Fe এর যোজ্যতাস্তর ৪র্থ শক্তিস্তর। এখানে 4s অরবিটালের দুটি ইলেকট্রন এবং 4p অরবিটাল ইলেকট্রন শূন্য। অর্থাৎ অষ্টক অপূর্ণ।

$Fe^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^0 4p^0$ 3d⁶ [⇅ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑] 4s [ ] 4p [| |]

Fe^{2+} আয়নের 4s ও 4p অরবিটাল ইলেকট্রন শূন্য।

ছয়টি $\ddot{C}N^-$ মূলক ও একটি Fe^{2+} আয়ন এর মধ্যে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন দ্বারা $[Fe(CN)_6]^{4-}$ জটিল আয়ন গঠিত হয়।

$[Fe(CN)_6]^{4-}$ = 3d [⇅ | ⇅ | ⇅ | •• | ••] (CN⁻ CN⁻) 4s [••] (CN⁻) $4p_x\ 4p_y\ 4p_z$ [•• | •• | ••] (CN⁻ CN⁻ CN⁻)



চিত্র: $[Fe(CN)_6]^{4-}$ এর গঠন

প্রশ্ন ▶ ৭৭

A	B
$FeCl_3$ 40ml 0.3M	NH_4OH 20ml 0.15M

25°C তাপমাত্রা $Fe(OH)_3$ এবং $K_{sp} = 3.98 \times 10^{-38}$

[সরকারি বঙ্গবন্ধু কলেজ, ঢাকা]

ক. ভিনেগার কী? ১

খ. NaOH ও HF এর প্রশমন তাপ স্থির মানের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. A দ্রবণের পদার্থের দ্রাব্যতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. (A+B) মিশ্রণে $Fe(OH)_3$ এর অধঃক্ষেপ পড়বে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর

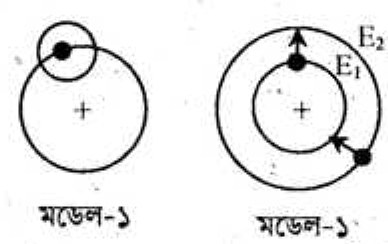
ক অ্যাসিটিক এসিডের (CH_3COOH) 6–10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৭৮



[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. পলির বর্জন নীতি কি? ১

খ. K এর 19 তম ইলেকট্রনটি 3d অর্বিটাল না গিয়ে 4s অর্বিটাল যায় কেন? ২

গ. ২ নং মডেলের ইলেকট্রনের স্থানান্তরের সময় ইলেকট্রনের শক্তি 2.32×10^{-18}J হলে বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? ৩

ঘ. মডেল-১ ও মডেল-২ এর মধ্যে কোনটি অধিক গ্রহণযোগ্য? যুক্তি দাও। ৪

৭৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পলির বর্জন নীতিটি হলো– "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ পটাশিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :

$K(19) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^1$

আউফবাউ নীতি অনুযায়ী অরবিটালদ্বয়ের মধ্যে যার $(n + l)$ এর মান কম হবে, সেটিই নিম্ন শক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রনসমূহ তাতেই প্রথমে প্রবেশ করবে।

K এর ক্ষেত্রে 3d অরবিটালের জন্য, $n = 3, l = 2 ; n + l = 5$

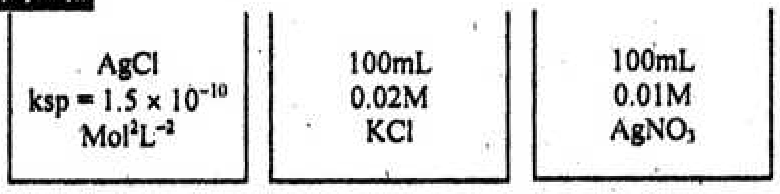
4s অরবিটালের জন্য, $n = 4, l = 0 ; n + l = 4$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে K-এর জন্য 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম। তাই, K-এর 19 তম ইলেকট্রনটি স্বভাবতই শক্তিক্রম অণুসরণ করে 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে আগে প্রবেশ করে।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৯



পাত্র-১ পাত্র-২ পাত্র-৩

[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. MSDS এর পূর্ণ রূপ লেখ। ১

খ. সাম্যধ্রুবক K_c এর মান শূন্য অথবা অসীম হতে পারে না কেন? ২

গ. পাত্রে-১ এর দ্রবণে ক্লোরাইড (Cl^-) আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. পাত্র-২ ও পাত্র-৩ এর দ্রবণে মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MSDS এর পূর্ণরূপ হচ্ছে Material Safety Data Sheet।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

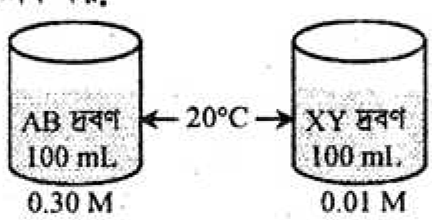
একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C][D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A][B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৭(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৮০ চিত্রটি লক্ষ কর:



0.30 M 0.01 M

পাত্র-1 পাত্র-2

20°C তাপমাত্রায় AY এবং $K_{sp} = 3.5 \times 10^{-4}$ এবং XB এর $K_{sp} = 2.5 \times 10^{-2}$

[নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ, নরসিংদী]

ক. ভরক্রিয়া সূত্র বিবৃত কর। ১

খ. উভমুখী বিক্রিয়ায় সাম্যাঙ্ক Kc এর মান কখনো শূন্য বা অসীম হতে পারে কি যুক্তি দাও। ২

গ. XY দ্রবণটি সম্পৃক্ত হলে 20°C তাপমাত্রায় XY এর দ্রব্যতা গুণফল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণ দুটিকে একত্রে মিশ্রিত করলে কোন অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৮০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

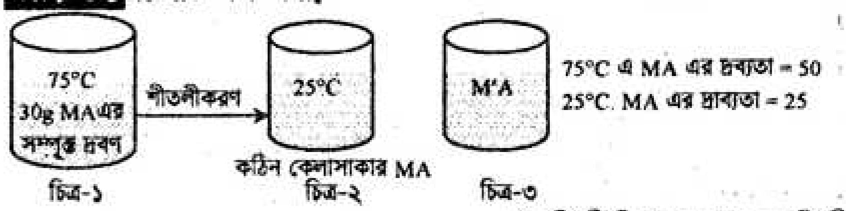
একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C][D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A][B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ ৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৮১ চিত্রটি লক্ষ কর:



[নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ, নরসিংদী]

ক. ইলেকট্রন আসক্তি কী? ১

খ. HCl কে পোলার অণু বলা হয় কেন? ২

গ. শীতলীকরণের পর MA যৌগের কত গ্রাম কঠিন কেলাসিত পদার্থ পাওয়া যাবে? ৩

ঘ. চিত্র -২ এর পাত্রে চিত্র-৩ এর দ্রবণ সামান্য পরিমাণ যোগ করলে কঠিন কেলাসাকার MA প্রাপ্তির সম্ভাব্যতা বিশ্লেষণ কর। ৪

৮১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মৌলের এক মোল একক ঋণাত্মক আয়নের সাথে একটি ইলেকট্রনের সংযোগের ফলে যে শক্তির পরিবর্তন ঘটে, তাকে সেই মৌলের ২য় ইলেকট্রন আসক্তি বলে।

খ HCl যৌগে Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.0 এবং H এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 2.1। সুতরাং তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.9 অধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব অধিক তড়িৎঋণাত্মক Cl পরমাণুর দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। ফলে Cl পরমাণুর আংশিক ঋণাত্মক ও H পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়।

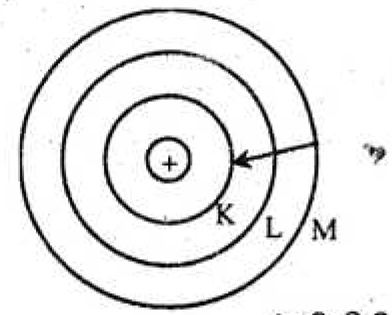
$H-Cl \longrightarrow \overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{Cl}$

বিপরীত মেরুযুক্ত প্রান্ত সৃষ্টি হয় বলে HCl পোলার যৌগ।

গ ১৭ (গ) নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৭ (ঘ) নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৮২ লক্ষ কর।



[নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ, নরসিংদী]

ক. হেসের সূত্রটি বিবৃত কর। ১
খ. সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন বলতে কি বুঝ? ২
গ. উদ্দীপকে ইলেকট্রনের ধাপান্তরে সৃষ্ট বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও বিক্রিয়া শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকটি যে পরিমাণ মডেলকে সমর্থন করে তার স্বীকার্য ও সীমাবন্ধতা আলোচনা কর। ৪

৮২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ যদি কোন বন্ধনে একটি পরমাণু বা আয়ন একজোড়া ইলেকট্রন দান করে এবং তা উভয় পরমাণু বা আয়ন শেয়ার করে তাকে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন বলে। এই বন্ধন তৈরির জন্য একটি পরমাণুর খালি অরবিটাল প্রয়োজন এবং অপর পরমাণুর একজোড়া মুক্তজোড় ইলেকট্রন থাকতে হবে।

গ ৬ (ঘ) নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের পরমাণু মডেলটি বোর পরমাণু মডেলকে সমর্থন করে।
স্বীকার্য: কোয়ান্টাম তত্ত্বের উপর প্রতিষ্ঠিত বোর মডেলের উল্লেখযোগ্য স্বীকার্যগুলো নিম্নরূপ–

i. পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ নির্দিষ্ট শক্তির কতকগুলো বৃত্তাকার স্থায়ী কক্ষপথে নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে আবর্তন করে। এসব কক্ষপথে আবর্তনের সময় ইলেকট্রন কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। এ কক্ষপথগুলো শক্তিস্তর নামে পরিচিত।

ii. একটি নির্দিষ্ট শক্তিস্তরে পরিক্রমণরত ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্দিষ্ট এবং তা $\frac{h}{2\pi}$ এর গুণিতক। অর্থাৎ কৌণিক ভরবেগ,

$mvr = \frac{nh}{2\pi}$

m = ইলেকট্রনের ভর
v = ইলেকট্রনের গতিবেগ
r = শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ
n = 1, 2, 3 ....
h = প্লাংকের ধ্রুবক

iii. ইলেকট্রন এক শক্তিস্তর থেকে অপর শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হলে শক্তির শোষণ বা বিকিরণ ঘটে। ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হলে শক্তির বিকিরণ এবং নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে স্থানান্তর ঘটলে শক্তির শোষণ ঘটে। শোষিত বা বিকিরিত শক্তিকে (ΔE) নিম্নরূপে দেখানো যায়–

$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$
ΔE = দুটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের শক্তির পার্থক্য
h = প্লাংকের ধ্রুবক, $(6.626 \times 10^{-34}\ JS)$
ν = বিকিরিত তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্মির ফ্রিকোয়েন্সি।

সীমাবন্ধতা:
i. এ মডেল হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালী ব্যাখ্যা করতে পারলেও এর সাহায্যে বহু ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুর বর্ণালী ব্যাখ্যা করা যায় না।
ii. এক শক্তিস্তর থেকে অপর শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের প্রতিটি স্থানান্তরের জন্য বোর মডেল অনুসারে বর্ণালীতে এক একটি রেখা পাওয়া যাওয়ার কথা। কিন্তু উচ্চ শক্তির বর্ণালী-বীক্ষণের সাহায্যে বিশ্লেষণ করে দেখা গেছে যে, কোনো কোনো রেখার উপর একাধিক বর্ণালী রেখা পাতিত হয়েছে। এসব সূক্ষ্ম রেখার উৎপত্তি কীভাবে হয়েছে তা বোর মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে না।
iii. এ মডেলে ইলেকট্রনের অবস্থান ও ভরবেগ একইসাথে নির্ণয় করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ৮৩ 25°C তাপমাত্রায় 20mL 0.02M $AgNO_3$ দ্রবণের সাথে 40mL 0.04M NaCl দ্রবণ মিশ্রিত করা হলো। 25°C তাপমাত্রায় $AgNO_3$ এর দ্রাব্যতা 2.2×10^{-3}g/L এবং AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল 1.8×10^{-10}; Ag এর পারমাণবিক ভর 107.87.

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, পাহাড়কাঞ্চনপুর, টাঙ্গাইল]

ক. আইসোটোন কি? ১
খ. K এর 19তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে যায় কেন? ২
গ. $AgNO_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে অনুসারে AgCl এর অঃক্ষেপ পড়বে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব মৌলের নিউট্রন সংখ্যা সমান, কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ও ভর সংখ্যা ভিন্ন হয় তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোন বলে।

খ পটাশিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :
$K(19) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^1$
আউফবাউ নীতি অনুযায়ী অরবিটালদ্বয়ের মধ্যে যার (n + l) এর মান কম হবে, সেটিই নিম্ন শক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রনসমূহ তাতেই প্রথমে প্রবেশ করবে।
K এর ক্ষেত্রে 3d অরবিটালের জন্য, $n = 3, l = 2 ; n + l = 5$
4s অরবিটালের জন্য, $n = 4, l = 0 ; n + l = 4$
সুতরাং, দেখা যাচ্ছে K-এর জন্য 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম। তাই, K-এর 19 তম ইলেকট্রনটি স্বভাবতই শক্তিক্রম অণুসরণ করে 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে আগে প্রবেশ করে।

গ ৩৪ নং প্রশ্নের 'গ' দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩৪ নং প্রশ্নের 'ঘ' দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৮৪ $A \longrightarrow 3d^x 4s^2 4p^5$

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, পাহাড়কাঞ্চনপুর, টাঙ্গাইল]

ক. Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস কর। ১
খ. অরবিট ও অরবিটালের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ২
গ. উদ্দীপকের মৌলের সর্বশেষ শক্তিস্তরের পূর্ববর্তী শক্তিস্তরের কতটি অরবিটাল ও ইলেকট্রন আছে তা l, m ও s ব্যবহার করে দেখাও। ৩
ঘ. "উদ্দীপকের X এর মান 10 অপেক্ষা কম বা বেশি হতে পারে না" উক্তিটির যথার্থতা প্রমাণ কর। ৪

৮৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $Cu^{2+} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$

খ অরবিট ও অরবিটালের মধ্যে মূল পার্থক্য:
পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে নির্দিষ্ট শক্তিস্তর ইলেকট্রন আবর্তনরত বৃত্তাকার কক্ষপথকে অরবিট বলে। পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ত্রিমাত্রিক যেসব অঞ্চলে ইলেকট্রন পাওয়ার সম্ভাবনা বেশি তাকে অরবিটাল বলে।

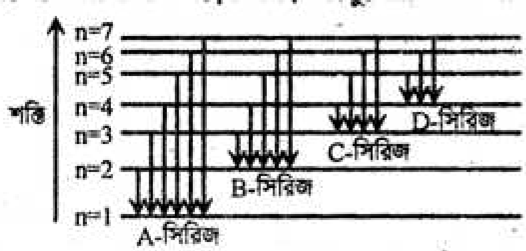
অরবিট বৃত্তাকার। এর আকৃতি বিভিন্ন। s বর্তুলাকার, p-ডাম্বেলাকৃতির, d-ডাবল ডাম্বেলাকৃতির।
বিভিন্ন শক্তিস্তরে নির্দিষ্ট সংখ্যক $(2n^2)$ ইলেকট্রন থাকে। প্রতিটি অরবিটালে মধ্যস্থিত দুইটি ইলেকট্রন থাকতে পারে।

গ $A \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$
সর্বশেষ শক্তিস্তর এর আগে শক্তিস্তরের জন্য $n = 3$

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	প্রধান শক্তিস্তর n	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l = (n-1)$	উপস্থর	উপস্তরের সংখ্যা	চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	অরবিটাল সংখ্যা	উপস্তরে ইলেকট্রনের সংখ্যা $= 2(2l+1)$	মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা
M	$n=3$	$l=0$ 1 2	3s 3p 3d	3	0 $-1, 0, +1$ $-2, -1, 0, +1, +2$	1 3 5	$2(2\times0+1)=2$ $2(2\times1+1)=6$ $2(2\times2+1)=10$	18

ঘ উদ্দীপকের x এর মান 10 অপেক্ষা কম বা বেশি হতে পারে না।
আউফবাউ নীতি অনুসারে ইলেকট্রন ক্রমাগত নিম্নশক্তির অরবিটাল থেকে উচ্চ শক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে।
এক্ষেত্রে, $4s < 3d < 4p$
প্রথমে ইলেকট্রন 4s-এ প্রবেশ করে। 4s পূর্ণ করে 3d তে প্রবেশ করবে। 3d পূরণ হলে ইলেকট্রন 4p তে প্রবেশ করতে পারবে।
'গ' থেকে পাই যে, 3d তে সর্বাধিক 10টি ইলেকট্রন প্রবেশ করতে পারে। যেহেতু ইলেকট্রন 4p তে প্রবেশ করেছে তাই 3d তে 10টি পূর্ণ করেই তা 4p তে প্রবেশ করেছে।
সুতরাং x এর মান 10 অপেক্ষা কম বা বেশি হতে পারে না।

প্রশ্ন ▶ ৮৫ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



চিত্র : হাইড্রোজেন পরমাণুর বিভিন্ন শক্তিস্তর ও বর্ণালী

[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফী কী? ১
খ. O^{2+} আয়ন অপেক্ষা F^- আয়নের আকার ছোট কেন? ২
গ. উদ্দীপকের B সিরিজের ৪র্থ রেখাটির শক্তি কত? ৩
ঘ. উদ্দীপকের A সিরিজের রশ্মি সনাক্তকরণে ও C–সিরিজের রশ্মি রোগ নিরাময়ে গুরুত্বপুর্ণ ভূমিকা রাখে তা যুক্তি দ্বারা বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বন্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ O^{2-} ও F^- আয়নের মধ্যে F^- আয়নের আকার O^{-2} অপেক্ষা ছোট।
O^{2-} আয়নে প্রোটন সংখ্যা = ৪টি
ইলেকট্রন সংখ্যা = 10টি
F^- আয়নে প্রোটন সংখ্যা = 9 টি
ইলেকট্রন সংখ্যা = 10টি
উভয় আয়নেরই ২য় শক্তিস্তরে ৪টি করে ইলেকট্রন বিদ্যমান। কিন্তু F^- আয়নের নিউক্লিয়াস বেশি সংখ্যক প্রোটন বিদ্যমান থাকায় এর অতিরিক্ত আকর্ষণের কারণে F^- এর আকৃতি O^{2-} অপেক্ষা ছোট হয়ে যায়।

গ উদ্দীপকের B সিরিজটি হলো বামার সিরিজ। বামার সিরিজের ৪র্থ লাইনের $n_i = 6$ এবং $n_f = 2$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$
$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}\right)$$
$$= R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right)$$
$$= R_H\left(\frac{9-1}{36}\right)$$
$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \frac{8}{36} \text{ cm}^{-1}$$
$$\Rightarrow \lambda = \frac{36}{8R_H}$$
$$\Rightarrow \lambda = 4.1029 \times 10^{-5} \text{ cm}$$
$$\therefore \lambda = 410.29 \text{ nm}$$

এখানে,
$R_H = 109678 \text{ cm}^{-1}$
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ = কত

আবার, $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$\Rightarrow E = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{410.29 \times 10{-9}}$$
$$\therefore E = 4.8448 \times 10^{-19} \text{ Jole.}$$

$\lambda = 410.29 \times 10^{-9}$ m
$C = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
$h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js
শক্তি, E = কত?

ঘ উদ্দীপকের A সিরিজের জন্য $n = 1$ হওয়ায় এটি লাইমেন সিরিজ। লাইমেন সিরিজের নিসৃত আলোক রশ্মি হলো অতিবেগুনি বা UV রশ্মি। জাল টাকা শনাক্তকরণের UV-ray সরাবিশ্বে সফলভাবে ব্যবহার করা হচ্ছে। নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের প্রতিপ্রভা সৃষ্টি করার জন্য। প্রতিটি বড় মানের নোটের নিরাপত্তা বিধানে নিরাপত্তা সুতা ব্যবহার করা হয়। এই সুতা বা ফিতাগুলো তৈরি করার সময় বিশেষ প্রক্রিয়ায় এক বিশেষ ফ্লোরোসেন্স উপাদান ব্যবহার করা হলে তা UV-ray এর প্রভাবে বিভিন্ন রক্তিম বর্ণের আলো প্রদর্শন করে। এছাড়া এই নিরাপত্তা রশ্মি বা ফিতা ট্রান্সমিটেড রশ্মিতে দৃশ্যমান না হলেও প্রতিফলিত রশ্মিতে দৃশ্যমান হয়। জাল নোটে তৈরিতে ব্যবহৃত মেশিন দ্বারা উক্ত নিরাপত্তা সুতা নকল করা যায় না। বিভিন্ন মানের আসল নোটে নিরাপত্তা সুতার সুনির্দিষ্ট অবস্থান, ব্রিচিং ফ্লোরোসেন্স উপাদান, কাগজ ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করে জাল নোট থেকে পৃথক করা যায়।
উদ্দীপকের C সিরিজটি হলো প্যাশ্চেন সিরিজ এবং এর বর্ণালির ফলে অবলোহিত রশ্মি নির্গত হয়। নিম্নলিখিত উপায়ে চিকিৎসা ক্ষেত্রে এই রশ্মি ব্যবহৃত হয়। মানবদেহ কর্তৃক বিকিরিত অবলোহিত রশ্মির পরিসর হচ্ছে: 8μm থেকে 12μm। এটি দীর্ঘ তরঙ্গবিশিষ্ট অবলোহিত রশ্মি (মধ্যবর্তী IR) বা দেহ অবলোহিত রশ্মি নামে পরিচিত। মেডিকেল IR প্রতিচ্ছবির ক্ষেত্রে এটি তাপীয় অবলোহিত (Thermal infrared) হিসেবে পরিগণিত। TIR থেকে উদ্ভুত প্রতিচ্ছবি থার্মোগ্রাম নামে অভিহিত। অবলোহিত প্রতিচ্ছবি (Infrared imaging) এমন একটি শারীরবৃত্তীয় পরীক্ষণ যা অতিসূক্ষ্ম শারীরবৃত্তীয় পরিবর্তনসমূহকে পরিমাপ করে। মানবদেহে পরিলক্ষিত বিভিন্ন রোগ ব্যাধি যেমন— অস্থিভজ্ঞা, কার্সিনোমা, স্তন ক্যান্সার, প্রোস্টেট ক্যান্সার, চর্ম সংক্রান্ত রোগ, রিউমাটয়েড আথরাইটিস, ডায়াবেটিকস, লিভার রোগ, ব্যাকটেরিয়া সংক্রমণ প্রভৃতি ক্ষেত্রে উচ্চতর তাপমাত্রার তাপ উৎসের উৎপাদন ঘটে। মানবদেহে দানা বেঁধে ওঠা উল্লিখিত রোগ-ব্যাধিসমূহের কারণে উদ্ভুত শারীরবৃত্তীয় পরিবর্তনজনিত স্থানসমূহকে অবলোহিত প্রতিচ্ছবির মাধ্যমে সহজেই চিহ্নিত করা যায়। কেননা, রোগাক্রান্ত টিস্যু থেকে নিঃসরিত তাপীয় IR এর থার্মোগ্রাম স্বাভাবিক টিস্যু থার্মোগ্রাম (অবলোহিত প্রতিচ্ছবি) থেকে ভিন্নতর হয়।

প্রশ্ন ▶ ৮৬ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:
20°C এবং 50°C তাপমাত্রায় AB_3 এর দ্রাব্যতা যথাক্রমে 40 এবং 170 ।
50°C তাপমাত্রায় AB_3 এর সম্পৃক্ত দ্রবণের ভর 250g ।



[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১
খ. Be এর ১ম আয়নীকরণ শক্তি B অপেক্ষা বেশি হবে? ২
গ. উদ্দীপকের (i) নং পাত্রে AB_3 এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের (ii) নং পাত্রে কত গ্রাম AB_3 এর কেলাস পাওয়া যাবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৬ নং প্রশ্নের উত্তর

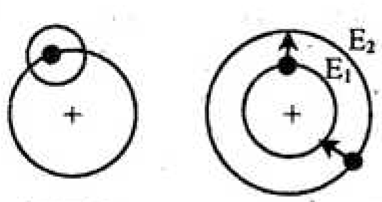
ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ Be ও B এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ—
$_4Be \rightarrow 1s^2\, 2s^2$
$_5B \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^1$
উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেয়া যাচ্ছে যে, বেরিলিয়াম (Be) এর ইলেকট্রন সুস্থিতভাবে বিন্যস্ত থাকে। এরূপ সুস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাস ভেঙে ইলেকট্রন মুক্ত করতে উচ্চশক্তির প্রয়োজন হয়। আবার বোরন (B) এর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় তার শেষ কক্ষপথে মাত্র একটি ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই এখানে থেকে সহজে ইলেকট্রন মুক্ত করা যায়। এ জন্য বেরিলিয়ামের (Be) চেয়ে বোরন (B) এর আয়নীকরণ শক্তি কম হয়।

গ AB এর সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া:
$AB_3 \rightleftharpoons A^{3+} + 3B^-$
0.2 M 0.2M 3×0.2 M
A^{3+} এর ঘনমাত্রা = 0.2 M
B^- " " $= 3 \times 0.2$ M
$= 0.6$ M
AB_3 এর দ্রাব্যতার গুণফল $= [A^{3+}]\,[B^-]^3$
$= 0.2 \times (0.6)^3$
$= 0.2 \times 0.216$
$\therefore$ Ksp $= 0.0432\ mol^4L^{-4}$

ঘ এখানে, 50°C তাপমাত্রায় AB_3 এর দ্রাব্যতা = 170
$\therefore$ সৃষ্ট দ্রবণের ভর = (170 + 100) = 270 g
20°C তাপমাত্রায় AB_3 এর দ্রাব্যতা = 40
$\therefore$ সৃষ্ট দ্রবণের ভর = (40 + 100) = 140 g
50°C হতে 20°C তাপমাত্রায় শীতল করলে দ্রব পাওয়া যাবে = (270 – 140) = 130g
50°C তাপমাত্রায় 250 g সম্পৃক্ত দ্রবণকে 20°C-এ শীতল করলে AB_3 অধঃক্ষেপ পড়বে $= \frac{130 \times 250}{270}$ g
= 120.37 g

প্রশ্ন ▶ ৮৭



মডেল-১ মডেল-১

[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]

ক. পলির বর্জন নীতি কী? ১
খ. K এর 19 তম ইলেকট্রনটি 3d-অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে যায় কেন? ২
গ. 2 নং মডেলের ইলেকট্রন স্থানান্তরের সময় ইলেকট্রনটির শক্তি 2.32×10^{-18}J হলে, বিকরিত শক্তির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? ৩
ঘ. মডেল ১ ও মডেল ২ এর মধ্যে কোনটি বেশি গ্রহণযোগ্য? ৪

৮৭ নং প্রশ্নের উত্তর

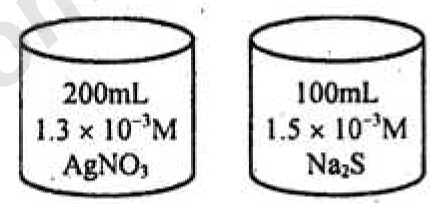
ক পলির বর্জন নীতিটি হলো– "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ পটাশিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :
$K(19) = 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^6\, 3d^0\, 4s^1$
আউফবাউ নীতি অনুযায়ী অরবিটালদ্বয়ের মধ্যে যার $(n + l)$ এর মান কম হবে, সেটিই নিম্ন শক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রনসমূহ তাতেই প্রথমে প্রবেশ করবে।
K এর ক্ষেত্রে 3d অরবিটালের জন্য, $n = 3, l = 2$; $n + l = 5$
4s অরবিটালের জন্য, $n = 4, l = 0$; $n + l = 4$
সুতরাং, দেখা যাচ্ছে K-এর জন্য 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম। তাই, K-এর 19 তম ইলেকট্রনটি স্বভাবতই শক্তিক্রম অণুসরণ করে 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে আগে প্রবেশ করে।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৮৮



১ নং পাত্র ২ নং পাত্র

[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]

ক. ক্রোমোটোগ্রাফির R_f এর মান কী? ১
খ. অবিশুদ্ধ NaCl থেকে বিশুদ্ধ NaCl কেলাস প্রস্তুতিতে HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের ১ম পাত্রের $AgNO_3$ এর অণুর মোট সংখ্যা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণ দুটিকে একত্রিত করলে কোনও অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হবে কি না-বিশ্লেষণ কর। [$Ksp(Ag_2S) = 1.6 \times 10^{-49} mol^3L^{-3}$] ৪

৮৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেপার ক্রোমাটোগ্রাফীতে উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাতকে R_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ বিশুদ্ধ NaCl কেলাসনে কেলাস সম্পন্ন করার জন্য শীতল দ্রবণে গাঢ় HCl এর কয়েক ফোঁটা যোগ করা হয়। এর ফলে দ্রবণে Cl^- এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলশ্রুতিতে আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি পায় এবং দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। তাই শর্তানুসারে আয়নিক গুণফলের মান দ্রাব্যতা গুণফল থেকে বেশি হওয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হবে।

গ এখানে, ১ম পাত্রের, ক্ষেত্রে
$AgNO_3$ এর আয়তন, V = 200 mL
ঘনমাত্রা, $C = 1.3 \times 10^{-3}$ M
আণবিক ভর, $M = 108 + 14 + (16 \times 3)$
= 170 g
আমরা জানি, $C = \frac{1000\ W}{VM}$
$\Rightarrow W = \frac{C \times V \times M}{1000}$
= 0.0442 g

এখন,

170 g $AgNO_3$- অনুর সংখ্যা 6.022×10^{23} টি

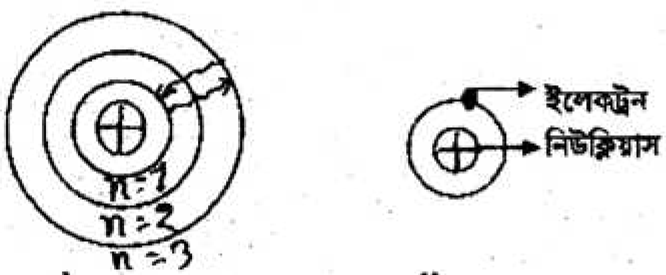
$\therefore$ 1 g " " $\dfrac{6.022 \times 10^{23}}{170}$

$\therefore$ 0.0442 g " " $\dfrac{6.022 \times 10^{23} \times 0.0442}{170}$

$= 1.57 \times 10^{20}$ টি

ঘ ৭০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৮৯ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও।



[সরকারি বি. এম. সি. মহিলা কলেজ, নওগাঁ]

ক. আইসোটোপ বলতে কী বুঝ? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের II নং পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাসমূহ লিখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের I এবং II নং পরমাণু মডেলের তুলনা কর। ৪

৮৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একই মৌলের বিভিন্ন পরমাণু, যাদের পারমাণবিক সংখ্যা একই (অর্থাৎ প্রোটন সংখ্যা একই), কিন্তু নিউক্লিয়াসে বিভিন্ন সংখ্যক নিউট্রন থাকার জন্য ভর সংখ্যা বিভিন্ন হয়, তাদেরকে আইসোটোপ বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

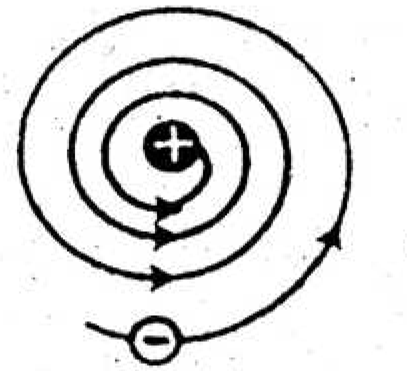
$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)

(ইটের মত লাল)

গ উদ্দীপকের (ii) নং পরমাণু মডেলটি হলো রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল। এই পরমাণু মডেল পরমাণুতে নিউক্লিয়াসের অস্তিত্ব সংক্রান্ত সার্বজনীন ধারণা দিতে সফল হলেও এই মডেলের বেশ কিছু সীমাবদ্ধতা বা ত্রুটি রয়েছে। এই ত্রুটিগুলো নিম্নরূপ–

i. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলটি নিউটনের গতি ও মহাকর্ষীয় সূত্রগুলির ভিত্তিতে প্রতিষ্ঠিত। কিন্তু নিউটনের সূত্রগুলি কেবল তড়িৎ নিরপেক্ষ বস্তুর ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য। যেমন– সূর্যকে প্রদক্ষিণরত গ্রহগুলি তড়িৎনিরপেক্ষ এবং এদের মধ্যে মহাকর্ষীয় বল বিদ্যমান। অপরদিকে নিউক্লিয়াস ও তাকে প্রদক্ষিণরত ইলেকট্রনগুলি তড়িৎ চার্জযুক্ত। ধনাত্মক চার্জবাহী নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক চার্জধারী ইলেকনের মধ্যে রয়েছে স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল। সুতরাং সৌর জগতের সাথে পরমাণুর গঠনের তুলনা যুক্তিসঙ্গত নয়।



চিত্র: আবর্তনশীল ইলেকট্রনের ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ ও নিউক্লিয়াসে পতন

ii. বিজ্ঞানী জে. সি. ম্যাক্সওয়েলের (J. C. Maxwell) তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্বানুসারে ঘূর্ণনশীল চার্জযুক্ত কণা নিরবচ্ছিন্নভাবে শক্তি বিকিরণ করে। সুতরাং ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রনগুলি নিউক্লিয়াসকে প্রদক্ষিণকালে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করতে থাকবে। নিরবচ্ছিন্নভাবে শক্তি হ্রাসের ফলে ইলেকট্রনের গতিশক্তি কমে যাবে এবং তার সর্পিলাকারের (Spiral shaped) ঘূর্ণন পথের ব্যাসার্ধও কমতে থাকবে। ফলে ইলেকট্রনগুলি শক্তি হারিয়ে নিউক্লিয়াসে পতিত হবে। এতে পরমাণুর স্থিতিশীলতা বিনষ্ট হয় এবং এই মডেলের কোন অস্তিত্ব থাকে না।

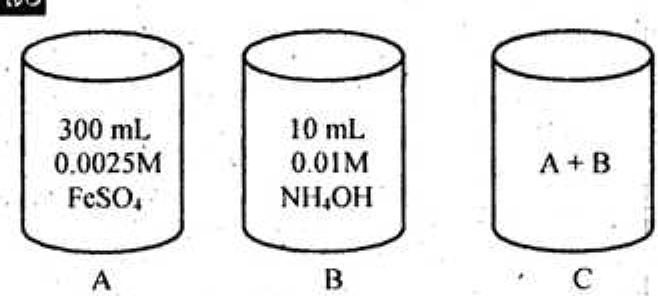
iii. প্রত্যেক পরমাণু শক্তি শোষণ বা নিক্ষেপ করলে বর্ণালীর সৃষ্টি হয়। ইলেকট্রন নিরবচ্ছিন্নভাবে শক্তি বিকিরণ করতে থাকলে পারমাণবিক বর্ণালী অবিচ্ছিন্ন পট বর্ণালী বা ব্যান্ড বর্ণালী রূপে (Band Spectrum) দৃষ্ট হওয়া উচিত। কিন্তু পারমাণবিক বর্ণালী বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় পারমাণবিক বর্ণালী রেখাগুলি বেশ উজ্জ্বল ও বিচ্ছিন্ন। সুতরাং রাদারফোর্ডের মডেল, পরমাণু বর্ণালীর সুষ্ঠু ব্যাখ্যা দিতে পারে না।

iv. এই মডেলে ইলেকট্রনের ঘূর্ণন কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্পর্কে কোন ধারণা দেওয়া হয়নি।

v. বহু ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর ইলেকট্রনগুলি নিউক্লিয়াসকে কীভাবে প্রদক্ষিণ করবে এ সম্পর্কে এই মডেলে কিছু উল্লেখ করা হয়নি।

ঘ ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯০



[সরকারি বি. এম. সি. মহিলা কলেজ, নওগাঁ]

ক. অরবিটাল কি? ১

খ. হুন্ডের নীতি অনুসারে N ও S এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাও। ২

গ. B পাত্রের ধনাত্মক আয়নকে কিভাবে সনাক্ত করবে সমীকরণ লিখ। ৩

ঘ. $Fe(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 8×10^{-16} হলে C পাত্রে $Fe(OH)_2$ অধঃক্ষিপ্ত হবে কি না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ হুন্ডের নীতি অনুসারে N ও S এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ—

$_7N \longrightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p_x^1\, 2p_y^1\, 2p_z^1$

$_7N \rightarrow$ [⇅] 1s [⇅] 2s [↑ | ↑ | ↑] 2p [বক্স পদ্ধতি]

$_{16}S \longrightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p_x^1\, 3p_y^1\, 3p_z^1$

$_{16}C \rightarrow$ [⇅] 1s [⇅] 2s [⇅ | ⇅ | ⇅] 2p [⇅] 3s [↑ | ↑ | ↑] 3p [বক্স পদ্ধতি]

গ উদ্দীপকের B-পাত্রের দ্রবণে NH_4OH আছে এবং এর ধনাত্মক আয়ন NH_4^+ এর সনাক্তকরণের পরীক্ষা নিম্নরূপ—

অ্যামোনিয়াম আয়নের (NH_4^+) শনাক্তকরণ: যে কোনো অ্যামোনিয়াম লবণ (যেমন: NH_4Cl) এর সাথে নেসলার দ্রবণ যোগ করলে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পরিলক্ষিত হয়।

ক্ষারযুক্ত পটাশিয়াম মারকিউরিক আয়োডাইডকে ($KHgI_3$) নেসলার বিকারক বলে। অ্যামোনিয়া বা অ্যামোনিয়াম লবণের দ্রবণে নেসলার বিকারকের দ্রবণ যোগ করলে প্রথমে নেসলার বিকারকে উপস্থিত ক্ষারের সঙ্গে অ্যামোনিয়াম লবণের বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন অ্যামোনিয়া নেসলার বিকারকের সঙ্গে বিক্রিয়া করে অ্যামিনো মারকিউরিক আয়োডাইডের একটি বাদামি অধঃক্ষেপ সৃষ্টি করে। বাদামি রঙের অধঃক্ষিপ্ত এ যৌগকে অ্যামিনো মারকিউরিক আয়োডাইড ($NH_2.HgI_3$) বলে।

$2NH_4Cl + 2NaOH \longrightarrow 2NH_3 + 2H_2O + 2NaCl$

$[2\,K(HgI_3] \longrightarrow 2KI\ 2HgI_2\ ;\ 2HgI_2 \longrightarrow Hg_2I_4$

$Hg_2I_4 + NH_3 \longrightarrow NH_2.[HgI_3] \downarrow + HI$

(বাদামি অধঃক্ষেপ)

ঘ ৭০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৯১ 20°C তাপমাত্রায় 50mL 2×10^{-5}M $Na_2\,(SO_4)$ দ্রবণে 100mL 2×10^{-6}M $Ba\,(NO_3)_2$ দ্রবণ যোগ করা হলো।

$BaSO_4$ এর $Ksp = 2 \times 10^{-10}$

[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১

খ. Mg শিখা পরীক্ষায় কোন বর্ণ দেখায় না কেন? ২

গ. $Ba\,(NO_3)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপক অনুযায়ী মিশ্রিত দ্রবণে কোন অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯১ নং প্রশ্নের উত্তর

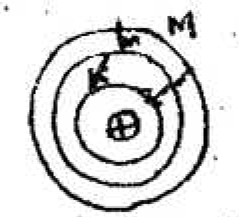
ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ Mg পরমাণুর আকার তুলনামূলকভাবে ছোট। এর ফলে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে থাকে যার ফলে শিখার অল্প তাপমাত্রায় ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে গমন করতে পারে না। ফলে শক্তি বিকীর্ণ হয় না। এ জন্যে ম্যাগনেসিয়াম লবণ শিখা পরীক্ষায় বর্ণ সৃষ্টি করে না।

গ ৩ নং প্রশ্নের 'গ' দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩ নং প্রশ্নের 'ঘ' দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯২



[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

ক. আইসোটোপ কী? ১

খ. প্রিজারভেটিভস হিসাবে ভিনেগার ব্যবহৃত হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির রূপান্তরের জন্য নির্গত বর্ণালীর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের পরমাণুটি একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও একাধিক বর্ণালি রেখা সৃষ্টি হয় বিশ্লেষণ কর। ৪

৯২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একই মৌলের বিভিন্ন পরমাণু, যাদের পারমাণবিক সংখ্যা একই (অর্থাৎ প্রোটন সংখ্যা একই), কিন্তু নিউক্লিয়াসে বিভিন্ন সংখ্যক নিউট্রন থাকার জন্য ভর সংখ্যা বিভিন্ন হয়, তাদেরকে আইসোটোপ বলে।

খ প্রিজারভেটিভ হিসাবে ভিনেগার ব্যবহারের কারণ—
ভিনেগার একটি প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভ। ভিনেগার বলতে অ্যাসিটিক এসিডের 6–10% জলীয় দ্রবণকে বোঝায়। এটি খাদ্য সংরক্ষণে ব্যবহার করা হলে খাদ্যের pH কমে যায়। যেসব খাদ্যে pH 4.5 এর কম সেগুলোর ব্যাকটেরিয়া দ্বারা নষ্ট হয় না। ভিনেগারে 5% ইথানয়িক এসিড থাকলেই pH 2.4 হয়ে যায়। আবার এটি খাদ্যের সাথে গ্রহণ করলে রোগ প্রতিরোধেও সাহায্য করে। এসব কারণে খাদ্য সংরক্ষণে ভিনেগার ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

গ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯৩ 'A' মৌলের যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $(n\text{-}1)\,d^6ns^2$ $(n = 4)$

[শেরউড ইন্টারন্যাশনাল (প্রা:) স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া]

ক. লুইস এসিড কি? ১

খ. NaOH ও HF এর প্রশমন তাপ স্থির মানের চেয়ে বেশি হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A মৌলের d উপস্তরের ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নির্ণয় কর। ৩

ঘ. $[A(CN)_6]^{4-}$ আয়নটি ডায়াম্যাগনেটিক কিন্তু $[A(CN)_6]^{3-}$ আয়নটি প্যারাম্যাগনেটিক সংকরনের আলোকে পূর্বক ব্যাখ্যা কর। ৪

৯৩ নং প্রশ্নের উত্তর

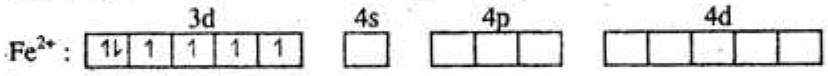
ক যেসব যৌগ বা যৌগমূলক ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাদেরকে লুইস এসিড বলা হয়। যেমন : BF_3

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

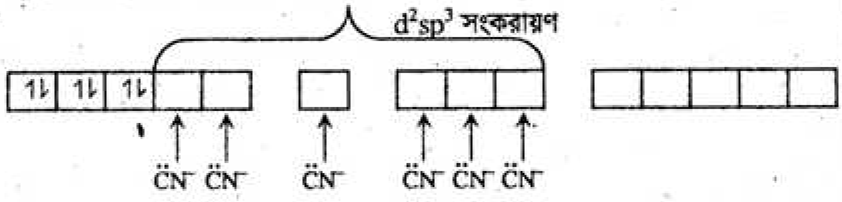
গ ১৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ A মৌলের যোজ্যতাস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^6 4s^2$ সুতরাং মৌলটি আয়রন (Fe)। $[Fe(CH)_6]^{4-}$ আয়নটি ডায়াম্যাগনেটিক কিন্তু $[Fe(CH)_6]^{3-}$ আয়নটি প্যারাম্যাগনেটিক। নিম্নে সংকরণ উল্লেখপূর্বক ব্যাখ্যা করা হল–

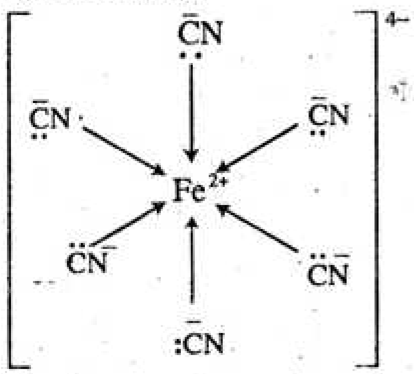
$[Fe(CH)_6]^{4-}$ আয়নটি গঠনকালে Fe^{2+} ব্যবহৃত হয়।



লিগ্যান্ডের উপস্থিতিতে Fe^{2+}



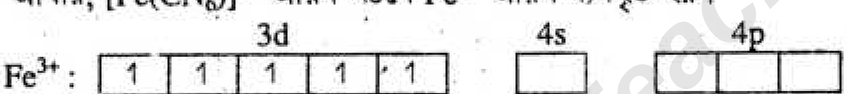
সুতরাং $[Fe(CN)_6]^{4-}$ আয়ন গঠনে d^2sp^3 সংকরায়ন ঘটে এবং আয়নটির আকৃতি হয় অষ্টতলকীয়।



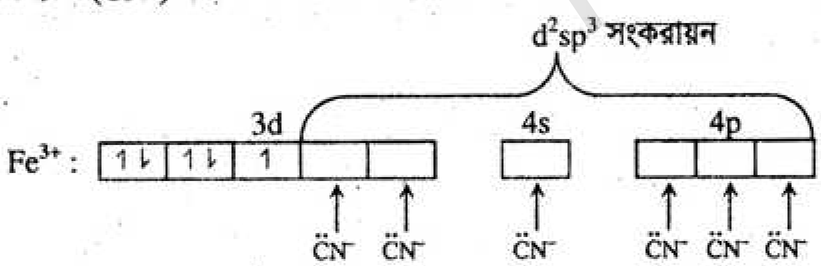
চিত্র : $[Fe(CN_6)]^{4-}$ আয়নের গঠন

দেখা যায় যে, $[Fe(CN_6)]^{4-}$ আয়নের কোন অযুগ্ম ইলেকট্রন নেই তাই আয়নটি ডায়াচৌম্বক পদার্থের ন্যায় আচরণ করে এবং কোন চৌম্বকজাতীয় পদার্থ ডায়াচৌম্বক পদার্থের ন্যায় আচরণ করে এবং কোন চৌম্বকজাতীয় পদার্থ নিকটবর্তী হলে তাকে বিকর্ষণ করে।

আবার, $[Fe(CN_6)]^{3-}$ আয়ন গঠনে Fe^{3+} আয়ন ব্যবহৃত হয়।



লিগ্যান্ড ($\ddot{C}N^-$) এর উপস্থিতিতে Fe^{3+} :



সুতরাং $[Fe(CN)_6]^{3-}$ আয়নটি গঠনকালেও d^2sp^3 সংকরায়ন ঘটে এবং আকৃতিও অষ্টতলকীয় হয়। কিন্তু এই আয়নটি গঠনে একটি অযুগ্ম ইলেকট্রন আছে তাই আয়নটি প্যারাম্যাগনেটিক অর্থাৎ এতে কোন স্থায়ী চৌম্বকত্ব নেই কিন্তু চৌম্বক পদার্থ কাছে আসলে আকর্ষণ করে।

সুতরাং, অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকার কারণে $[Fe(CN)_6]^{3-}$ আয়নটি প্যারাম্যাগনেটিক কিন্তু $[Fe(CN)_6]^{4-}$ আয়নে অযুগ্ম ইলেকট্রন না থাকায় তা ডায়াম্যাগনেটিক।

প্রশ্ন ▶ ৯৪



A-পাত্র B-পাত্র

[শেরউড ইন্টারন্যাশনাল (প্রা:) স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া]

ক. সন্নিবেশ সংখ্যা কি? ১

খ. O অপেক্ষা O^{2-} আয়নের আকার বড় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে A পাত্রের লবণটির অ্যানায়নে ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে A পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ B পাত্রের দ্রবণ যোগ করলে লবণটির দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে কি এবং হ্রাসের পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন ধাতব আয়ন বা পরমাণুর সাথে সন্নিবেশ বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত লিগ্যান্ডের সংখ্যাকে সন্নিবেশ সংখ্যা বলা হয়।

খ O অপেক্ষা O^{2-} আয়নের আকার বড়। কারণ O^{2-} আয়নে ইলেকট্রনের সংখ্যা বেশি হওয়ায় ইলেকট্রন-ইলেকট্রন বিকর্ষণ বেশি হয় এবং এর ইলেকট্রন মেঘ বৃদ্ধি পায়। ফলে O^{2-} এর আকার O অপেক্ষা বেশি হয়।

গ A পাত্রের দ্রবণটি নিম্নোক্তভাবে আয়নিত হয়।

$Ca(NO_3)_2 = Ca^{2+} + 2NO_3^-$

$Ca(NO_3)_2$ এর দ্রাব্যতা S হলে,

আমরা জানি,

$Ksp = S \times (2S^2)$

$\Rightarrow 4S^3 = Ksp$

$\Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{Ksp}{4}}$

$= \sqrt[3]{\frac{3.5 \times 10^{-35}}{4}}$

$= 2.06 \times 10^{-12}$

এখানে,
$Ksp = 3.5 \times 10^{-35}$

সুতরাং, NO_3^- আয়নের ঘনমাত্রা

$= 2 \times 2.06 \times 10^{-12}$

$= 4.12 \times 10^{-12} M$

ঘ উদ্দীপকে A পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ B পাত্রের দ্রবণ যোগ করলে সমআয়ন প্রভাবের ফলে A পাত্রের $Ca(NO_3)_2$ এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে।

ধরি,

$Ca(NO_3)_2$ এর নতুন দাব্যতা x।

A পাত্রে 0.01 M $CaCl_3$ দ্রবণ যোগ করলে Ca^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা হবে $(x + 0.01)$।

$\therefore (x + 0.01)\, 2x = Ksp$

$\Rightarrow 2x^2 + 0.02x = 3.5 \times 10^{-35}$

$\Rightarrow 2x^2 + 0.02x - 3.5 \times 10^{-35} = 0$

$\therefore x = -0.01, 0$

অর্থাৎ নতুন দ্রাব্যতা 0 M। [ঋণাত্মক মান গ্রহণযোগ্য নয়]

সুতরাং, $Ca(NO_3)_2$ এর দ্রাব্যতা $(2.06 \times 10^{-12} - 0)$ M বা 2.06×10^{-12} M কমে যাবে। অর্থাৎ সম্পূর্ণ $Ca(NO_3)_2$ অধঃক্ষিপ্ত হবে।

প্রশ্ন ▶ ৯৫



[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

ক. অরবিটাল কী? ১

খ. চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার তাৎপর্য লিখ। ২

গ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি প্রতি সেকেন্ডে নিজ অক্ষের উপর কতবার ঘুরবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ইলেকট্রন সর্বনিম্নস্তরে ফিরে আসার সময় বিকিরিত শক্তির ব্যবহারিক প্রয়োগ বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ

১. প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার (size), নিউক্লিয়াস হতে শক্তিস্তরের দূরত্ব ও ইলেকট্রনের শক্তির পরিমাণ প্রকাশ কর।

২. সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (l) প্রধান শক্তিস্তরের যে উপস্তরে ইলেকট্রন উপস্থিত থাকে সেই উপস্তরের আকৃতি অথবা অরবিটালের আকৃতি (shape) প্রকাশ করে।

৩. চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) ত্রিমাত্রিক অঞ্চলে ইলেকট্রনের বিন্যাস অর্থাৎ অরবিটালের কৌণিক দিক বিন্যাস (orientation) প্রকাশ করে এবং

৪. স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) ইলেকট্রনের স্পিন গতি বা নিজ অক্ষে ঘূর্ণনের দিক (direction of spin) নির্দেশ করে।

সুতরাং বলা যায় পরমাণুতে ইলেকট্রনের সঠিক বর্ণনার জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যাই অপরিহার্য।

গ উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি $n_i = 3$ থেকে $n_f = 1$ শক্তিস্তরে ধাপান্তর ঘটে। রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678\ cm^{-1}$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \frac{9-1}{9}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \frac{8}{9}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{9}{8R_H}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{9}{8 \times 109678}$$

$$\Rightarrow \lambda = 1.0257 \times 10^{-5}\ cm$$

$$\Rightarrow \lambda = 1.0257 \times 10^{-7}\ cm$$

আমরা জানি,

$$C = \nu\lambda$$

$$\Rightarrow \nu = \frac{C}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \nu = \frac{3 \times 10^8}{1.0257 \times 10^{-7}}$$

$$\Rightarrow \nu = 2.924 \times 10^{15} s^{-1}$$

ইলেকট্রনটি প্রতি সেকেন্ডে 2.924×10^{15} বার ঘুরবে।

ঘ উদ্দীপকের চিত্রটিতে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে ১ম শক্তিস্তরে রূপান্তরকে দেখানো হয়েছে ফলে এতে লাইমেন সিরিজের লাইন পাওয়া যাবে। লাইলেন্স সিরিজের রশ্মীর ফলে অতিবেগুনী তথা UV-রশ্মি নির্গত হয়। নিম্নে UV-রশ্মির ব্যবহারিক ব্যাখ্যা করা হলো—

i. টাকায় UV-রশ্মির স্ক্যান করালে টাকার বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ অর্থাৎ নির্দিষ্ট রং উজ্জ্বলতা পরিলক্ষিত হবে, কিন্তু জাল টাকায় এমনটি হয় না।

ii. জাল টাকা নির্ণয়ের জন্য বিশেষ ধরনের UV লাইট আবিষ্কৃত হয়েছে। টাকার বিশুদ্ধতার মান অনুযায়ী এটি সংকেত প্রদান করে।

iii. সাধারণত আলোতে, আসল এবং নকল উভয় টাকাতেই জলছাপ দেখা যায়। কিন্তু UV ল্যাম্পের নিচে আসল টাকার জলছাপ দেখা যায় না, কেবলমাত্র জাল টাকায় তা অস্পষ্ট দেখা যায়।

iv. প্রচলিত আসল টাকায় নকল প্রতিরোধে কিছু অদৃশ্যমান চিহ্ন থাকে, যা শুধুমাত্র UV রশ্মি শোষণের ফলে দৃশ্যমান হয়। জাল টাকায় এরূপ দৃশ্যমান অস্তিত্ব নেই।

v. জাল টাকায় UV রশ্মি শোষিত হলে কৃত্রিম উজ্জ্বল বর্ণ প্রদর্শিত হয়; কিন্তু আসল টাকায় কোনোরূপ কৃত্রিম উজ্জ্বলতা দেখা যায় না।

vi. টাকায় বিভিন্ন রঙের যে তন্তুময় অংশ থাকে, তা UV রশ্মির প্রভাবে সুস্পষ্ট হয়। কিন্তু জাল টাকায় UV স্ক্যান করলে বর্ণগুলো সুস্টভাবে বোঝা যায় না।

vii. টাকায় বিভিন্ন রঙের যে নকশা করা থাকে, তা UV রশ্মির শোষণ করে বর্ণ পরিবর্তন করে। জাল টাকার নকশার এরূপ পরিবর্তন হয় না।

প্রশ্ন ▶ ৯৬ 25°C তাপমাত্রা $CaCO_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল, $Ksp = 8.1 \times 10^{-9}\ mol^2L^{-2}$ পরীক্ষাগারে 25°C তাপমাত্রায় 2.0×10^{-3} M $CaCl_2$ দ্রবণের 50mL এর দ্রবণের মধ্যে 1.5×10^{-2}M Na_2CO_3 দ্রবণের মধ্যে 100 mL কে ঢেলে দেওয়া হল। এতে সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পাওয়া গেল।

[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

ক. পাতন কী? ১

খ. 3f-অরবিটাল সম্ভব নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের মিশ্রণে বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়বে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের অধঃক্ষেপটি যে $CaCO_3$ -এর তার পক্ষে যথাযথ যুক্তি উপস্থাপন কর। ৪

৯৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন তরল মিশ্রণকে উত্তপ্ত করলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় এর একটি উপাদান বাষ্পীভূত হয়। পরে এই বাষ্পকে শীতল করে তরল আকারে পৃথক করা হয়। এই প্রক্রিয়াকে পাতন বলা হয়।

খ যখন n = 3 হয়, তখন l এর মান 0, 1, 2। আমরা জানি, s, p ও d অরবিটারের জন্য l এর মান যথাক্রমে 0, 1 ও 2 হয়। অর্থাৎ তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তরে 3s, 3p ও 3d অরবিটালের বিন্যাস সম্ভব ; কিন্তু 3f অরবিটাল পাওয়া সম্ভব নয়।

গ $CaCl_2$ ও Na_2CO_3 এর মধ্যে বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow \underset{\text{অদ্রবণীয় লবণ}}{CaCO_3\downarrow} + \underset{\text{দ্রবণীয় লবণ}}{2NaCl}$$

বিক্রিয়ায় উৎপন্ন $CaCO_3$ লবণে Ca^{2+} ও CO_3^{2-} এর উচ্চ চার্জের কারণে অপেক্ষাকৃত কম। তাই এটি পানিতে অদ্রবণীয়।

অপরদিকে NaCl এর Na^+ ও Cl^- এর পরিমাণ কম হওয়ায় এর ল্যাটিস শক্তি $CaCO_3$ অপেক্ষা কম। NaCl এর হাইড্রেশন এনথালপির মান এর ল্যাটিস শক্তির চেয়ে অনেক বেশি,ফলে এটি সহজেই পানিতে দ্রবণীয়। যেহেতু দ্রবণে কেবল $CaCO_3$ অদ্রবণীয় থাকে এবং এই অদ্রবণীয় লবণের বর্ণ সাদা, তাই দ্রবণে সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে। জলীয় দ্রবণে $CaCl_2$ ও Na_2CO_3 এর প্রকৃত বিক্রিয়াটি হলো :

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{সাদা অধঃক্ষেপ}}{CaCO_3\downarrow} + 2Na^+(aq) + 2Cl^-(aq)$$

ঘ মিশ্রণের মোট আয়তন, (100 + 50) = 150 mL

দ্রবণে $CaCl_2$ এর বিক্রিয়া: $CaCl_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2Cl^-$

মিশ্রিত দ্রবণে Ca^{2+} এর ঘনমাত্রা $[Ca^{2+}] = \frac{2.0 \times 10^{-3} \times 50}{150}$

$= 6.67 \times 10^{-4}M$

অনুরূপভাবে, মিশ্রিত দ্রবণে দ্রবণে CO_3^{2-} এর ঘনমাত্রাও হ্রাস পাবে এবং দ্রবণে NO_2CO_3 এর বিক্রিয়া নিম্নরূপ—

$Na_2CO_3 \rightleftharpoons 2Na^+ + CO_3^{2-}$

দ্রবণে $[CO_3^{2-}] = \frac{1.5 \times 10^{-2} \times 100}{150} = 0.01M$

সুতরাং Ca^{2+} ও CO_3^{2-} আয়নে ঘনমাত্রার গুণফল বা আয়নিক গুণফল,
$Kip = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$
$= (6.67 \times 10^{-4} \times 0.01)$
$= 6.67 \times 10^{-6}\ mol^2L^{-2}$
$CaCO_3$ দ্রাব্যতার গুণফল $Ksp = 8.1 \times 10^{-9}\ mol^2L^{-2}$
এখানে, $Kip >> Ksp$
সুতরাং দ্রবণে প্রাপ্ত সাদা অধঃক্ষেপটি হলো $CaCO_3$ এর অধঃক্ষেপ।

প্রশ্ন ▶ ৯৭ নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



মডেল-১ মডেল-১

[পুলিশ লাইন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

ক. পলির বর্জন নীতি কী? ১
খ. Ca এর 20তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে যায় কেন? ২
গ. ২নং মডেলের ইলেকট্রন স্থানান্তরের সময় ইলেকট্রনের শক্তি 2.32×10^{-18}J হলে, বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? ৩
ঘ. মডেল -১ ও মডেল-২ এর মধ্যে কোনটি অধিক গ্রহণযোগ্য? যুক্তি দাও। ৪

৯৭ নং প্রশ্নের উত্তর

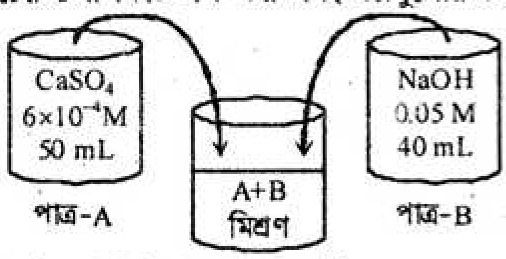
ক পলির বর্জন নীতিটি হলো– "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ আমরা জানি, দুটি অরবিটালের মধ্যে যার $(n + l)$ এর মান কম তার শক্তিও কম হয়। অর্থাৎ সেটি নিম্নশক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রন তুলনামূলকভাবে ঐ অরবিটালের আগে প্রবেশ করবে। যেমন–
3d অরবিটালের জন্য : $n = 3$ এবং $l = 2$
$(n + l) = 3 + 2 = 5$
4s অরবিটালের জন্য : $n = 4$ এবং $l = 0$
$(n + l) = 4 + 0 = 4$
সুতরাং 3d অরবিটালের শক্তি বেশি এবং 4s অরিবটালের শক্তি কম। তাই ক্যালসিয়ামের (Ca) সর্বশেষ অর্থাৎ ২০ তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালের প্রবেশ করে।

গ ৯(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৯(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯৮ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



$Ca(OH)_2$ এর দ্রাব্যতা গুণফল $= 1 \times 10^{-15}$

[পুলিশ লাইন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

ক. কলোয়েড কী? ১
খ. ল্যাবরেটরীতে রাইডার ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। ২
গ. A পাত্রের যৌগের দ্রাব্যতার গুণফল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. A পাত্র এবং B পাত্রের দ্রবণ দুটিকে মিশ্রিত করা হলে কোনো অধঃক্ষেপ সৃষ্টির সম্ভাবনা আছে কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ (কঠিন তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে 10^{-7} থেকে 10^{-5} cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে দ্বি-দশাবিশিষ্ট স্থায়ী অসমসত্ত্ব সিস্টেম উৎপন্ন করে, তাকে কলয়েড বলে।

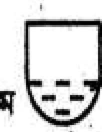
খ রাসায়নিক ব্যালেন্সের একটি পৃথক ওজন বাক্স থাকে। তাতে ১ থেকে ১০০ গ্রাম এবং ১ থেকে ৫০০ মিলিগ্রাম পরিমাপের অনেকগুলো ওজন থাকে। রাসায়নিক ব্যালেন্সের সাহায্যে সাধারণত দুই দশমিক স্থান পর্যন্ত ওজন পরিমাপ করা যায়। কিন্তু মাত্রিক বিশ্লেষণের অনেক ক্ষেত্রে সূক্ষ্ম ওজন নির্ণয়ের স্বার্থে তিন বা চার দশমিক স্থান পর্যন্ত মান প্রয়োজন হয়। যার জন্য রাইডার ব্যবহৃত হয়। রাইডার হলো নির্দিষ্ট জানা ভরের একটি অতি সূক্ষ্ম ধাতব তারের বাকানো টুকরা যা ব্যালেন্সের বীমের উপর দিয়ে চলাচল করতে পারে। প্রতিটি রাইডারের জন্য নির্দিষ্ট ভরের একটি স্থির সংখ্যা সূচক মান গণনা করা যায়। এ স্থির মানকে রাইডার ধ্রুবক বলা হয়।

গ ১৬ (গ) নং প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

ঘ ১৬ (ঘ) নং প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৯৯


0.01M. 200mL মিউরেট অব লাইম
ক


0.02M. 300mL সোডিয়াম স্টিয়ারেট
খ $K_{sp}(C_{17}H_{35}COO)_2Ca = 1.0 \times 10^{-14}$)

[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

ক. ক্যালসিয়াম ক্লোরাইট এর সংকেত লিখ। ১
খ. ল্যাবরেটরিতে সিনথেটিক কাপড় ও অলঙ্কার পরিধান করা অনুচিৎ– ব্যাখ্যা কর। ২
গ. 'ক' পাত্রের ক্যাটায়ন কীভাবে সনাক্ত করবে? সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. দ্রবণদ্বয়কে মিশ্রিত করলে কোন অধঃক্ষেপ পড়বে কী? বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্যালসিয়াম ক্লোরাইট এর সংকেত হলো $Ca(ClO_2)_2$।

খ সিনথেটিক কাপড় অপচনশীল হওয়ায় তা অণুজীব দ্বারা আক্রান্ত হয় না। এরা পরিবেশে দীর্ঘদিন অপরিবর্তিত অবস্থায় থেকে ব্যাপক ক্ষতিসাধন করে। সিনথেটিক কাপড় আগুনেও বেশ দাহ্য। এছাড়া ল্যাবে অলংকার পড়লে তা যেকোনো রাসায়নিক পদার্থ দ্বারা আক্রান্ত হতে পারে। তাই ল্যাবে সিনথেটিক কাপড় ও অলংকার পড়া যাবে না।

গ উদ্দীপকে 'ক' যৌগটি মিউরেট অব লাইম। এর সংকেত $CaCl_2$।

এখানে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ($CaCl_2$) এ ক্যাটায়ন Ca^{2+} আয়ন। এর সনাক্তকরণ প্রক্রিয়া নিম্নরূপ–

$$CaCl_2(aq) + \begin{matrix} NH_4COO \\ | \\ NH_4COO \end{matrix}(aq) \longrightarrow Ca\begin{matrix} COO \\ \\ COO \end{matrix}(s) + 2NH_4Cl(aq)$$

সাদা অধঃক্ষেপ

Ca^{2+} আয়ন অ্যামোনিয়াম অক্সালেটের সাথে বিক্রিয়ায় সাদা অধঃক্ষেপ দেয় যা অ্যাসিটিক এসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু লঘু HCl এ দ্রবণীয়।
$CaCl_2(aq) + 2NH_4OH(aq) \longrightarrow Ca(OH)_2(s)\downarrow + 2NH_4Cl\ (aq)$
Ca^{2+} আয়ন অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড এর সাথে বিক্রিয়ায় সাদা ভাসমান গুঁড়ার ন্যায় অধঃক্ষেপ দেয় যা কস্টিক সোডার সাথে বিক্রিয়ায় অদ্রবণীয়।
$Ca(OH)_2(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow$ No reaction

ঘ $CaCl_2 + 2C_{17}H_{35}COONa \longrightarrow Ca(C_{17}H_{35}COO)_2 + CaCl_2$
মিশ্রণের আয়তন $= (200 + 300) = 500$ mL
মিশ্রণে মিউরেট অব পটাশ, $CaCl_2$ এর ঘনমাত্রা $= \frac{0.01 \times 200}{500}$ M
$= 0.004$M

মিশ্রণে সোডিয়াম অক্সাইলেট $(C_{17}H_{35}COO)Na$ এর ঘনমাত্রা

$$= \frac{0.02 \times 300}{500} M$$
$$= 0.012M$$

$$Ca(C_{17}H_{35}COO)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2C_{17}H_{35}COO^-$$

∴ ক্যালসিয়াম অক্সালেটের আয়নিক গুণফল:

$$K_{ip} = [Ca^{2+}]\,[C_{17}H_{35}COO^-]^2$$
$$= [0.004]\,[0.012]^2$$
$$= 5.76 \times 10^{-7}$$

$\therefore K_{ip} > K_{sp}$

সুতরাং দ্রবণদ্বয়কে মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶ ১০০ কালাচাঁদকে দুটি যৌগ, বোরন অক্সাইড এবং পটাসিয়াম হেক্সাসায়ানো আয়রন (II) এর কেন্দ্রীয় মৌলের ইলেকট্রনর বিন্যাস করতে বলায় সে নিম্নরূপ ইলেকট্রন বিন্যাস করল।

[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

$B = 1s^2\,2s^2\,2p^1{}_x\,2p_y\,2p_z$

$Fe = 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,2p^6\,3d^2{}_{xy}\,3d^1{}_{yz}3d^1{}_{zx}\,3d^1{}_{x^2-y^2}\,3d^1\,z^2 4s^{11}$

ক. বর্ণালী কী? ১

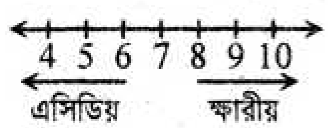
খ. পানির আয়নিক গুণফল হতে কীভাবে pH স্কেল প্রতিষ্ঠিত হয়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের অক্সাইড উভয়ধর্মী ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. মি. কালাচাঁদের ইলেকট্রন বিন্যাসের যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

১০০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর ইলেকট্রন শক্তি শোষণ বা বিকিরণের ফলে এক শক্তিস্তর থেকে অন্য শক্তিস্তরে গমন করে, এর ফলে যে আলোক প্যাড সৃষ্টি হয় তাই বর্ণালী।



চিত্র : pH স্কেল

খ পানির বিয়োজন বিক্রিয়াটি হলো–

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$K_w = [H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$
$$\therefore [H^+] \times [OH^-] = 10^{-7} \times 10^{-7} = 10^{-14}$$

বা, $\log [H^+] + \log [OH^-] = -14$

বা, $-pH - pOH = -14$

$\Rightarrow pH = 14 - pOH$

সুতরাং এভাবে পানির আয়নিক গুণফল হতে pH স্কেল প্রতিষ্ঠা করা যায়।

গ B এর একটি অক্সাইড B_2O_3 এবং Fe এর একটি অক্সাইড Fe_2O_3। এদুটি অক্সাইড উভধর্মী।

$B_2O_3 + 6HF = 2BF_3 + 3H_2O$ [অম্লের সাথে বিক্রিয়া]

$B_2O_3 + 6NaOH = 2Na_3BO_3 + 3H_2O$ [ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া]

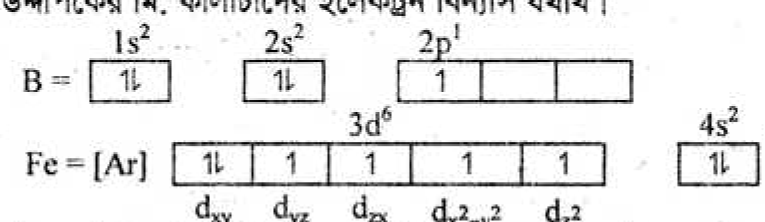
∴ B_2O_3 উভধর্মী

আবার, $Fe_2O_3 + HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2O$ [এসিডের সাথে বিক্রিয়া]

$Fe_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaFeO_2 + H_2O$ [ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া]

সুতরাং Fe_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড।

ঘ উদ্দীপকের মি. কালার্চাদের ইলেকট্রন বিন্যাস যথার্থ।



কালাচাঁদ আউফবাউ নীতি অনুসারে নিম্নশক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তর অনুযায়ী মৌল দুটির ইলেকট্রন বিন্যাস করেছেন।

তিনি হুন্ডের নীতি অনুযায়ী সমশক্তিসম্পন্ন d অরবিটালগুলোতে (Fe এর) ইলেকট্রন প্রথমে একটি করে প্রবেশ করে বিন্যাস করেছেন যাতে সর্বাধিক সংখ্যক বিজোড় ইলেকট্রন অরবিটালে প্রবেশ করে।

সর্বোপরি তার ইলেকট্রন বিন্যাস পলির বর্জন নীতি মেনে চলে যেখানে পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই না।

প্রশ্ন ▶ ১০১ মিস আলফি কর্তৃক একটি সবুজ বর্ণের হাইড্রেটেড লবণ একটি দস্তার পাত্রে রেখে দেয়ার কিছুদিন পরে দেখা গেল যে, লবণটি বাদামী বর্ণে পরিণত হয়েছে। সেই সাথে জিংকের পাত্রটির অস্তিত্ব নাই।

[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

ক. ইলেকট্রন বিন্যাস সম্পর্কিত হুন্ডের নিয়মটি বর্ণনা কর। ১

খ. সাম্যাংকের মান শূন্য বা অসীম হয় না– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. লবণটি সংরক্ষণে আলফির পদ্ধতি উপযুক্ত নয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. জটিল যৌগ গঠনে কোন ধাতু প্যারা চুম্বকত্ব প্রদর্শন করে? বিশ্লেষণ কর। ৪

১০১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হুন্ডের নীতি হলো–'একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।'

খ সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না। কারণ ভরক্রিয়া সূত্রমতে একটি সাধারণ উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$
$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_c = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]}$$

এক্ষেত্রে যদি K_c এর মান শূন্য হতে হয় তবে উৎপাদ C ও D এর মধ্যে হয় C এর ঘনমাত্রা, [C] না হয় D এর ঘনমাত্রা, [D] এর মধ্যে অন্তত একটিকে শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে শেষ হতে হবে। কিন্তু বাস্তবে তা কখনোই সম্ভব হয় না।

সুতরাং সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না।

গ দস্তা তথা জিংকের পাত্রে সবুজ ভিট্রিয়ল $(FeSO_4.7H_2O)$ রাখাতে জিংকের পাত ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে এর অস্তিত্ব হারিয়ে গেছে।

আমরা জানি, ধাতু সক্রিয়তা সিরিজে সিরিজে যে ধাতুর অবস্থান যত উপরে তা তার থেকে নিচে অবস্থিত ধাতুসমূহের দ্রবণ থেকে ঐ ধাতুকে অপসারণের ক্ষমতা বেশি রাখে।

Zn সক্রিয়তা সিরিজে Fe এর উপরে অবস্থিত।

Zn, $FeSO_4$ লবণ থেকে Fe কে অপসারিত করে। এ বিক্রিয়াটি

$$Zn + FeSO_4 = ZnSO_4 + Fe$$

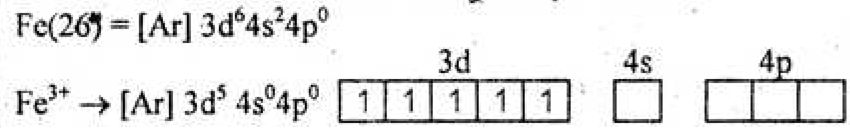
Zn এর জারণ বিভব Fe থেকে বেশি। তাই Zn ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে Zn^{2+} আয়ন হিসেবে দ্রবণে চলে যায়।

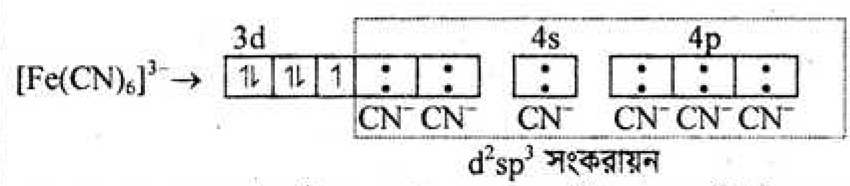
সুতরাং $FeSO_4$ লবণটি সংরক্ষণে আলফির পদ্ধতি উপযুক্ত নয়।

ঘ জটিল যৌগে গঠনে F প্যারাচুম্বকত্ব প্রদর্শন করে।

জটিল যৌগে Fe এর Fe^{3+} আয়ন প্যারাচুম্বকত্বের জন্য দায়ী।

$Fe(26) = [Ar]\,3d^6 4s^2 4p^0$



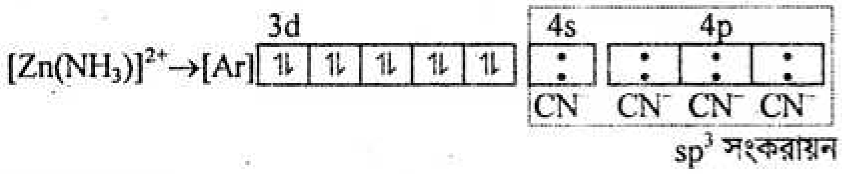


d^2sp^3 সংকরায়ন

এখানে, $[Fe(CN)_6]^{3-}$ যৌগে Fe^{3+} এর d অরবিটালে একটি বিজোড় ইরেকট্রন থাকায় এই জটিল আয়নের যৌগটি প্যারাচুম্বকত্ব প্রদর্শন করবে।

অন্যদিকে

$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ জটিল আয়নে কোন বিজোড় ইলেকট্রন থাকে না। তাই Zn প্যারাচুম্বকত্ব প্রদর্শন করতে পারে না।



প্রশ্ন ▶ ১০২ 15°C তাপমাত্রায় A পাত্রে 60 mL 4.5×10^{-3} M$Pb(NO_3)_2$ দ্রবণ রাখা আছে। একই তাপমাত্রায় B পাত্রে 40 mL 5.0×10^{-2} M KI দ্রবণ রাখা আছে। দেওয়া আছে, 35°C তাপমাত্রায় PbI_2 এর $K_{sp} = 1.55 \times 10^{-8}$ এবং $Pb(NO_3)_2$ এর দ্রাব্যতা 25।

[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

ক. R_f মান কী? ১

খ. পটাশিয়ামের ১৯তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে যায় কেন? ২

গ. 35°C তাপমাত্রায় 375 গ্রাম সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করতে কত গ্রাম $Pb(NO_3)_2$ প্রয়োজন হবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. A ও B পাত্রদ্বয়ের দ্রবণকে মিশালে PbI_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কী?— তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

১০২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেপার ক্রোমাটোগ্রাফীতে উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাতকে R_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ পটাশিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :

$K(19) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^1$

আউফবাউ নীতি অনুযায়ী অরবিটালদ্বয়ের মধ্যে যার $(n + l)$ এর মান কম হবে, সেটিই নিম্ন শক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রনসমূহ তাতেই প্রথমে প্রবেশ করবে।

K এর ক্ষেত্রে 3d অরবিটালের জন্য, $n = 3, l = 2 ; n + l = 5$

4s অরবিটালের জন্য, $n = 4, l = 0 ; n + l = 4$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে K-এর জন্য 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম। তাই, K-এর 19 তম ইলেকট্রনটি স্বভাবতই শক্তিক্রম অণুসরণ করে 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে আগে প্রবেশ করে।

গ $Pb(NO_3)_2$ এর দ্রাব্যতা 25

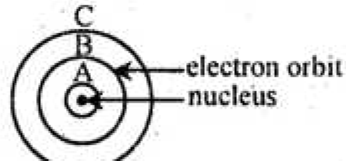
∴ $Pb(NO_3)_2$ এর 125g সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করতে $Pb(NO_3)_2$ প্রয়োজন 25g.

∴ $Pb(NO_3)_2$ এর 375g সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করতে $Pb(NO_3)_2$ প্রয়োজন $\frac{25 \times 375}{125}$ g

= 75 g

ঘ ৩৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১০৩



[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

ক. পলির বর্জন নীতি কী? ১

খ. 3f অর্বিটাল সম্ভব নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের পরমাণুটি হাইড্রোজেন হলে C শেলের শক্তি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন C→ B ও B→A স্তরে ধাপান্তরের ক্ষেত্রে কোনটির বিকিরিত শক্তির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি মূল্যায়ন করো। ৪

১০৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পলির বর্জন নীতিটি হলো— "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ যখন n = 3 হয়, তখন l এর মান 0, 1, 2, 1। আমরা জানি, s, p ও d অরবিটারের জন্য l এর মান যথাক্রমে 0, 1 ও 2 হয়। অর্থাৎ তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তরে 3s, 3p ও 3d অরবিটালের বিন্যাস সম্ভব ; কিন্তু 3f অরবিটাল পাওয়া সম্ভব নয়।

গ

C শেলের জন্য n এর মান 3 H এর C শেলে ইলেক্ট্রনের শক্তি E হলে,

$E = \frac{-2\pi^2 mZ^2 e^4}{n^2 h^2}$

$= \frac{-2\pi^2 \times 9.109 \times 10^{-31} \times 1 \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{3^2 \times (6.624 \times 10^{-34})^2}$

$= 2.98 \times 10^{-39}$ J

এখানে, ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.109 \times 10^{-31}$kg

Z = 1

ইলেকট্রনের আধান $e = 1.6 \times 10^{-19}$C

প্লাঙ্কের ধ্রুবক $h = 6.624 \times 10^{-34}$JS

ঘ C → B স্তরে ইলেকট্রনের ধাপান্তরের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 15233.05 \text{cm}^{-1}$

$\therefore \lambda_1 = 6.564 \times 10^{-5}$cm

= 656.4 nm

এখানে,

নিম্ন শক্তি স্তর, $n_1 = 2$

উচ্চশক্তি স্তর, $n_2 = 3$

রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678 \text{ cm}^{-1}$

B → A স্তরে ইলেকট্রনের ধাপান্তরের ক্ষেত্রে,

$\frac{1}{\lambda_2} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$= 109678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$

$= 82258.5 \text{ cm}^{-1}$

$\therefore \lambda_2 = 1.216 \times 10^{-5}$ cm

= 121.6 nm

এখানে,

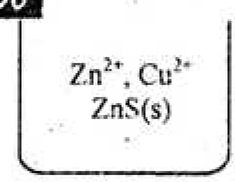
নিম্ন শক্তি স্তর, $n_1 = 1$

উচ্চ শক্তি স্তর, $n_2 = 2$

$\lambda_1 > \lambda_2$

অর্থাৎ প্রথমক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি।

প্রশ্ন ▶ ১০৪



ZnS এর $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-23}$

Cus এর $K_{sp} = 5.0 \times 10^{-33}$

[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. Bumping কি? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপক দ্রবণের আয়ন দুটি কীভাবে সনাক্ত করা যাবে? ৩

ঘ. উদ্দীপক দ্রবণে আয়ন দুইটি এক সাথে অধ:ক্ষিপ্ত হয় না কেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ল্যাবরেটরিতে কোনো পদার্থ টেস্টটিউবে নিয়ে দ্রবণ তৈরির সময় কখনো কখনো তাপ দেয়া প্রয়োজন হতে পারে। তখন উদ্বায়ী পদার্থের উপস্থিতির কারণে বা অন্য কোনো কারণে তরল পদার্থটি যদি টেস্টটিউব হতে উপচে পড়ে এবং বাইরে ছিটকে যায় যাকে এক কথায় Bumping বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ

শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)

(ইটের মত লাল)

গ উদ্দীপকের আয়ন দুটি হলো Zn^{2+} আয়ন ও Cu^{2+} আয়ন।

Zn^{2+} আয়ন সনাক্তকরণ:

দ্রবণের 2–3 cm^3 একটি পরীক্ষানলে নিয়ে তাতে কিছু NaOH দ্রবণ যোগ করা হলে প্রথমে সাদা বর্ণের $Zn(OH)_2$ এর অধঃক্ষেপ পড়ে। এতে অতিরিক্ত NaOH দ্রবণ যোগ করা হলে দ্রবণীয় সোডিয়াম জিঙ্কেট উৎপন্ন হয় ও অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে যায়। উক্ত দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে আবার ZnS এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। এভাবে দ্রবণে Zn^{2+} আয়ন সনাক্তকরণ করা যায়।

$Zn^{2+} + NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 + Na^+$

(সাদা অধঃক্ষেপ)

$Zn(OH)_2 + NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$

(দ্রবণ)

$Za_2ZnO_2 + H_2S \rightarrow ZnS + NaOH$

(সাদা অধঃক্ষেপ)

Cu^{2+} আয়ন সনাক্তকরণ:

দ্রবণের অল্প পরীক্ষানলে নিয়ে ধীরে ধীরে NH_4OH যোগ করা হয়। প্রথমে ক্ষারকীয় কপার লবণের হালকা নীল অধঃক্ষেপ ও পরে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে টেট্রাম্মিন কিউপ্রিক লবণের গাঢ় নীল দ্রবণ ঋৎপন্ন হয়।

$2CuSO_4 + NH_4OH \rightarrow CuSO_4.\,Cu(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$

(নীল অধঃক্ষেপ)

$2CuSO_4.Cu(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4 + NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4 + H_2O$

(গাঢ় নীল দ্রবণ)

এভাবেই Cu^{2+} আয়ন সনাক্ত করা যায়।

ঘ উদ্দীপকের দ্রবণ দুটি হলো ZnS ও CuS এর দ্রবণ

ZnS এর ক্ষেত্রে:

সম্পৃক্ত দ্রবণে ZnS নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:

$ZnS \rightleftharpoons Zn^{2+} + S^{2-}$

দেওয়া আছে,

ZnS এর দ্রাব্যতা গুণফল, $ksp = 10 \times 10^{-23}$

সম্পৃক্ত দ্রবণে সাম্যাবস্থায় Zn^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা,

$[Zn^{2+}]_e = [ZnS]_e$

$= S_1$ [এখানে, S_1 = ZnS এর দ্রাব্যতা]

এবং, S^{2-} আয়নের ঘনমাত্রা, $[S^{2-}]_e = [ZnS]_e = S_1$

$\therefore ksp = [Zn^{2+}]\,[S^{2-}]$

$\Rightarrow 1 \times 10^{-23} = S_1 \times S_1$

$\Rightarrow S_1^{\,2} = 1 \times 10^{-23}$

$\therefore S_1 = 3.16 \times 10^{-12}$

$\therefore$ দ্রবণে ZnS এর দ্রাব্যতা 3.16×10^{-12}

আবার, CuS এর ক্ষেত্রে:

ধরি, এর দ্রাব্যতা $= S_2$

দেওয়া আছে, দ্রাব্যতার গুণফল, $Ksp = 5 \times 10^{-23}$

সম্পৃক্ত দ্রবণে CuS এর বিয়োজন নিম্নরূপ:

$CuS \rightleftharpoons Cu^{2+} + S^{2-}$

সুতরাং,

$Ksp = [Cu^{2+}]_e[S^{2-}]_e$

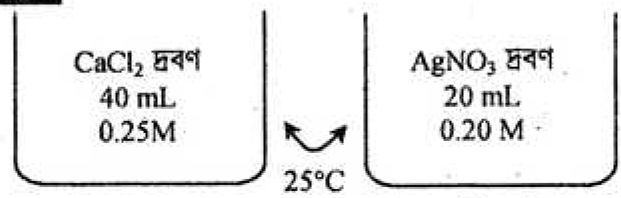
$\Rightarrow Ksp = S_2 \times S_2$

$\Rightarrow 5 \times 10^{-33} = S_2^{\,2}$

$\therefore S_2 = 7.07 \times 10^{-17}$

সুতরাং, CuS ও ZnS এর দ্রাব্যতা সমান নয় এবং $S_1 > S_2$। অর্থাৎ ZnS এর দ্রাব্যতা CuS এর দ্রাব্যতা অপেক্ষা বেশি। দ্রবণে CuS আগে অধঃক্ষিপ্ত হবে। সুতরাং বলা যায়, উদ্দীপক দ্রবণে আয়ন দুটি একই সাথে অধঃক্ষিপ্ত হয় না।

প্রশ্ন ▶ ১০৫



25°C তাপমাত্রায় $CaCl_2$ এর দ্রাব্যতা $2.2 \times 10^{-3} gL^{-1}$ এবং AgCl এর দ্রাব্যতার গুণফল $= 1.8 \times 10^{-12}$ *[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ]*

ক. হ্যাজার্ড সিম্বল কি? ১

খ. পোলারায়ন সম্পর্কিত ফাযানের নীতি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 'A' পাত্রে রক্ষিত $CaCl_2$ এর Ksp নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণে AgCl অধ:ক্ষিপ্ত হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিপদজ্জনক রাসায়নিক দ্রব্যের জন্য ব্যবহৃত সুনির্দিষ্ট সতর্কীকরণ চিহ্নকে হ্যাজার্ড প্রতীক বলে।

খ কোনো ক্যাটায়ন দ্বারা অ্যানায়নের যত বেশি পোলারায়ন হবে, যৌগটির প্রকৃতি আদর্শ আয়নিক বন্ধনের প্রকৃতি থেকে তত বেশি বিচ্যুত হবে। অর্থাৎ সমযোজী বন্ধনের প্রকৃতি তত বৃদ্ধি পাবে। অ্যানায়নের পোলারায়নের পরিমাণ কয়েকটি শর্ত দ্বারা নির্ধারিত হয়। এ সব শর্তকে ফাজানের পোলারায়ন নিয়ম বলা হয়। এসব শর্ত হলো–

i. ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের চার্জের পরিমাণ যত বেশি হয়

ii. ক্যাটায়নের আকার যত ছোট হয় এবং অ্যানায়নের আকার যত বড় হয়। এছাড়া

iii. ক্যাটায়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে $ns^2np^6nd^{10}$ ইলেকট্রন বিন্যাস থাকে, যে সব ক্ষেত্রে ns^22p^6 এর তুলনায় অ্যানায়নের বিকৃতি বা পোলারায়ন বেশি মাত্রায় ঘটে।

গ উদ্দীপকের A পাত্রে আছে $CaCl_2$ দ্রবণ।

দেওয়া আছে,

$CaCl_2$ এর দ্রাব্যতা, $S = 2.2 \times 10^{-3}\ gL^{-1}$

$= \frac{2.2 \times 10^{-3}}{111}\ mol\ L^{-1}$

$= 1.98 \times 10^{-5} molL^{-1}$

[∵ $CaCl_2$ এর আণবিক ভর 111 এবং মোল সংখ্যা = $\frac{\text{ভর}}{\text{আণবিক ভর}}$]

সম্পৃক্ত দ্রবণে স্বল্প দ্রবণীয় $CaCl_2$ নিম্নরূপে সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়:

$CaCl_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2Cl^-$

$\therefore$ সম্পৃক্ত দ্রবণে সাম্যাবস্থায় Ca^{2+} আয়নের ঘনমাত্রা, $[Ca^{2+}]_e = [CaCl_2]_e$

$= 1.98 \times 10^{-5}\ mol\ L^{-1}$

এবং Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা, $[Cl^-] = 2 \times [CaCl_2]_e$

$= 2 \times 1.98 \times 10^{-5}\ mol\ L^{-1}$

$\therefore$ উপরের বিয়োজন সমীকরণ অনুসারে $CaCl_2$ এর দ্রাব্যতা গুণাংক,

$Ksp = [Ca^{2+}]_e\,[Cl^-]_e^2$

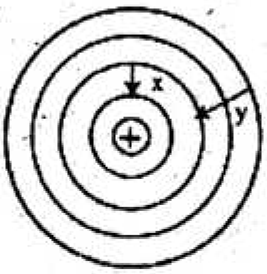
$= (1.98 \times 10^{-5})(2 \times 1.98 \times 10^{-5})^2\ mol^3\ L^{-3}$

$= 3.105 \times 10^{-14}\ mol^3\ L^{-3}$

সুতরাং, A পাত্রে রক্ষিত $CaCl_2$ এর Ksp হলো $3.105 \times 10^{-14}\ mol^3\ L^{-3}$।

ঘ ৩৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১০৬



[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. সংকট তাপমাত্রা কী? ১

খ. σ-বন্ধন অপেক্ষা π-বন্ধন দুর্বল কেন? ২

গ. উদ্দীপক অনুযায়ী X-এর ক্ষেত্রে সৃষ্ট রেখার কম্পাংক বের কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের X ও Y হতে সৃষ্ট কোন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেখাগুলো ত্বকের সৌন্দর্য বর্ধনে কাজ করে– তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

১০৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রত্যেকটি গ্যাসীয় পদার্থের একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা আছে যে তাপমাত্রার উপরে গ্যাসটি থাকলে যত চাপই প্রয়োগ করা হোক না কেন গ্যাসটিকে তরলে রূপান্তর করা যায় না। এই তাপমাত্রাকে উক্ত গ্যাসের সংকট তাপমাত্রা বলে।

খ দুটি অরবিটালের সামনাসামনি অধিক্রমনের মাধ্যমে σ বন্ধন গঠিত হয়। অন্যদিকে সমান্তরাল p অরবিটালের পার্শ্ব অধিক্রমনের মাধ্যমে পাই বন্ধন গঠিত হয়। পাশাপাশি অধিক্রমনে সামনাসামনি অধিক্রমনের চেয়ে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব কম থাকে। তাই π বন্ধন σ বন্ধনের চেয়ে দূর্বল।

গ

$$\bar{\nu} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = P_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$= 109678 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

এখানে,
λ = তরঙ্গ দৈর্ঘ্য
R_H = রিডবার্গ ধ্রুবক
$n_1 = 1$
$n_2 = 2$

$\lambda = 1.2156 \times 10^{-5}$ cm
$= 1.2156 \times 10^{-7}$m

$\therefore$ ফ্রিকোয়েন্সি $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{-8}}{1.2156 \times 10^{-7}} = 2.467 \times 10^{15}$ Hz.

ঘ উদ্দীপকে X শেলে ইলেকট্রন ফেরত আসার কারণে সেখানে লাইমার সিরিজ গঠন হয় এবং Y এর কারণে বামার সিরিজ গঠিত হয়।

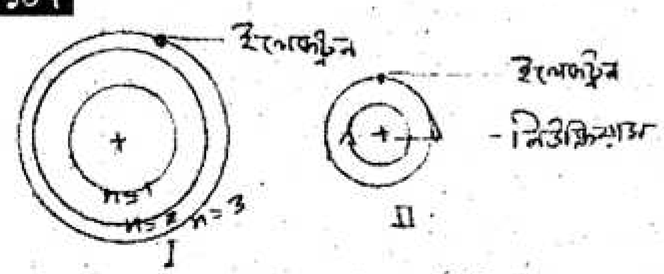
লাইমেন সিরিজে সৃষ্ট বর্ণালীর কারণে যে আলোর তৈরী হয় তা অতিবেগুনী রশ্মি এবং বামার সিরিজে সৃষ্ট বর্ণালী দৃশ্যমান আলোর সৃষ্টি করে।

অতিবেগুনী রশ্মি বেশ কিছুক্ষেত্রে আমাদের দেহের জন্য ক্ষতিকর। তবে এর নিয়ন্ত্রিত ব্যবহারে ত্বক গঠন, ত্বকের সৌন্দর্য বর্ধন সম্ভব। বিভিন্ন ধরনের ফটো থেরাপীতে অতিবেগুনী রশ্মি ব্যবহৃত হয়।

যেমন- এ্যাক্সিমা (eczema) ত্বকের একটি বিশেষ রোগ, এর ট্রিটমেন্টের জন্য যে ফটোথেরাপী ব্যবহার করা হয় তা হল আল্ট্রাভায়োলেট-B (Ultraviolet-B) এছাড়াও অতিবেগুনী রশ্মি ত্বকের জন্য ভিটামিন-D উৎপন্ন করে, ত্বকের বিভিন্ন ব্যাকটেরিয়া-ফাংগাস নির্মূলে সহায়তা করে। এ সবই অতিবেগুনী রশ্মির নিয়ন্ত্রিত ব্যবহারের মাধ্যমে সম্ভব।

অতএব বলা চলে, উদ্দীপকের X হতে সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেখাগুলো ত্বকের সৌন্দর্য বর্ধনের কাজ করে।

প্রশ্ন ▶ ১০৭



[বেপজা পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. কোয়ান্টাম সংখ্যা কী? ১

খ. দ্রবণে NH_4^+ আয়ন কীভাবে সনাক্ত করবে? ২

গ. উদ্দীপকের I নং মডেলের ধাপান্তরে সৃষ্ট বর্ণালীর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. I ও II নং মডেলের কোনটি অধিকতর উপযোগী-কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস, ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশকারী চারটি রাশিকে একত্রে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

খ 1-2 mL মূল দ্রবণে অর্থাৎ অ্যামোনিয়াম লবণের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা নেলসার দ্রবণ (K_2HgI_4 + KOH) যোগ করলে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে যা NH_4^+ আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত করে। সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপঃ

$$NH_4Cl + NaOH \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$$
$$K_2HgI_4 \rightarrow 2KI + HgI_2$$
$$2HgI_2 \rightleftharpoons Hg_2I_4$$
$$2NH_3 + Hg_2I_4 \rightarrow NH_4I + NH_2(HgI_3)$$

বাদামী অধঃক্ষেপ

গ ১৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১০৮

A-পাত্র	B-পাত্র
40mL; 6×10^{-3}M $CaCl_2$ দ্রবণ 25°C	40mL; 6×10^{-3}M NaF দ্রবণ 25°C

25°C তাপমাত্রায় CaF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল $K_{sp} = 4 \times 10^{-11}$।

[বেপজা পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. সমআয়ন প্রভাব কী? ১

খ. UV রশ্মির সাহায্যে তুমি কীভাবে জাল টাকা সনাক্ত করবে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A পাত্রের ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন সনাক্তকরণ পরীক্ষা সমীকরণসহ দেখাও। ৩

ঘ. A ও B পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে মিশ্রণে CaF_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কি না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সম আয়নের উপস্থিতির জন্য দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের বিয়োজন হ্রাস পাওয়ার ঘটনাকে সম আয়ন প্রভাব বলে।

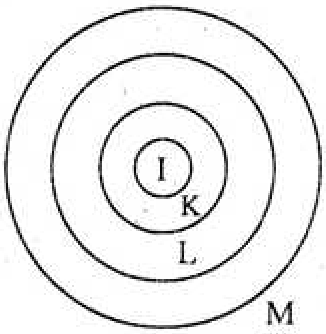
খ প্রকৃত নোট যে উপাদান দ্বারা তৈরী জাল নোটে সেই রাসায়নিক উপাদান থাকে না। তাই প্রকৃত নোটে UV রশ্মি আপতিত হলে অণু উত্তেজিত হয়। উত্তেজিত অবস্থা থেকে পূর্বাবস্থায় ফিরে আসলে শোষিত শক্তি আলো হিসেবে বিকিরিত হয়। এই আলো দৃশ্যমান অঞ্চলের বলে আমরা দেখতে পাই। এটি অনুপ্রভা নামে পরিচিত। প্রকৃত

নোট ও জাল নোটের UV শোষণ ও দৃশ্যমান বিকিরণ কোন ভাবেই এক হয় না। এভাবেই জাল নোট শনাক্ত করা যায়।

গ ১৫ (গ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৫ (ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১০৯



[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. $CaCl_2$ এবং $AlCl_3$ যৌগদ্বয়ের মধ্যে কোনটি পানিতে অধিক দ্রবণীয় এবং কেন? ২

গ. l ও m এর মান হিসাব করে M শক্তি স্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. L শক্তিস্তরে 2d ও 3f সম্ভব কিনা তোমার মতামত ব্যাখ্যা করো। ৪

১০৯ নং প্রশ্নের উত্তর

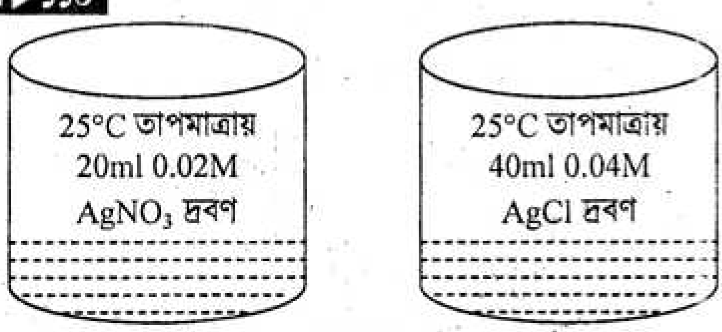
ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ ফাযানের নীতি অনুযায়ী আমরা জানি, যে ক্যাটায়নের আকার ও চার্জের মান যত বেশি হবে,ঐ যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্য তত প্রকট হবে এবং উক্ত যৌগের দ্রবণীয়তা তত হ্রাস পাবে। $CaCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে Al^{3+} এর আকার Ca^{2+} অপেক্ষা ছোট। আবার Al^{3+} এর চার্জ ঘনত্বও বেশি। সুতরাং ফাযানের নীতি অনুসারে $AlCl_3$ এর সমযোজী বৈশিষ্ট্য $CaCl_2$ অপেক্ষা বেশি ও Al^{3+} কর্তৃক Cl^- আয়নের পোলারায়নও বেশি হবে। অপরদিকে, $CaCl_2$ এর আয়নিক বৈশিষ্ট্য বেশি বলে পানিতে এর Ca^{2+} এবং $2Cl^-$ পানির বিপরীতধর্মী চার্জ দ্বারা সম্পূর্ণ বেষ্টিত থাকবে। তাই $CaCl_2$ এর দ্রবণীয়তা $AlCl_3$ লবণ অপেক্ষা বেশি হবে।

গ ২৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১০



25°C তাপমাত্রায় $AgNO_3$ এর দ্রাব্যতা $= 2.20 \times 10^{-3} gL^{-1}$ এবং AgCl এর দ্রাব্যতাগুণফল $= 1.8 \times 10^{-10}$।
Ag-এর পারমাণবিক ভর = 107.87

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. হাইড্রোজেন বন্ধনের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. দ্রবণে NH^+_4 আয়নকে কীভাবে সনাক্ত করা যায়? ২

গ. ১নং পাত্রে রক্ষিত $AgNO_3$-এর দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো। ৩

ঘ. ১নং পাত্রের দ্রবণের মধ্যে ২নং পাত্রের দ্রবণ সম্পূর্ণরূপে মেশালে AgCl এর অধঃক্ষেপ পড়বে কী? বিশ্লেষণ করো। ৪

১১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত দুটি পোলার সমযোজী অণু পরস্পরের নিকটবর্তী হলে, একটি অণুর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে অপর অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দুর্বল আকর্ষণী বল দ্বারা সৃষ্ট বন্ধনকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

খ 1-2 mL মূল দ্রবণে অর্থাৎ অ্যামোনিয়াম লবণের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা নেলসার দ্রবণ (K_2HgI_4 + KOH) যোগ করলে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে যা NH_4^+ আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত করে। সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপঃ

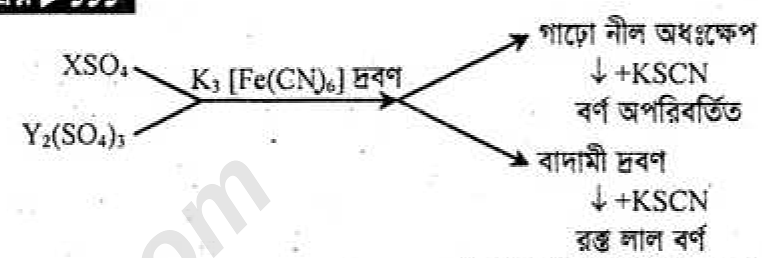
$$NH_4Cl + NaOH \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$$
$$K_2HgI_4 \rightarrow 2KI + HgI_2$$
$$2HgI_2 \rightleftharpoons Hg_2I_4$$
$$2NH_3 + Hg_2I_4 \rightarrow NH_4I + NH_2(HgI_3)$$

বাদামী অধঃক্ষেপ

গ ৩৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১১



[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. MSDS এর পূর্ণরূপ কী? ১

খ. প্যারাম্যাগনেটিক পদার্থ বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াগুলো পূর্ণ করে X ও Y চিহ্নিত করো। ৩

ঘ. XSO_4 গাঢ়ো নীল অধঃক্ষেপ তৈরি করলেও $Y_2(SO_4)_3$ বাদামী দ্রবণ উৎপন্ন করে কেনো? ৪

১১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MSDS এর পূর্ণরূপ হচ্ছে Material Safety Data Sheet।

খ যে সকল পদার্থ চুম্বকক্ষেত্র দ্বারা দুর্বলভাবে আকর্ষিত হয় তাদেরকে প্যারাম্যাগনেটিক পদার্থ বলে। অবাস্থন্তর ধাতু সমূহের এক বা একাধিক অযুগ্ম ইলেকট্রন বিদ্যমান তাই এরা প্যারাম্যাগনেটিক। যে পদার্থের অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা যতবেশি সেটি তত বেশি প্যারাচৌম্বকীয়। Cr ও Mn এর অযুগ্ম ইলেকট্রন যথাক্রমে 6টি ও 5টি। তাই Cr- এর প্যারাচৌম্বকীয় ধর্ম Mn এর চেয়ে বেশি।

গ আমরা জানি, Fe^{2+} এবং Fe^{3+} আয়নদ্বয়ের সাথে পটাসিয়াম ফেরিসায়ানাইডের বিক্রিয়ায় যথাক্রমে পটাসিয়াম ফেরাস ফেরিসায়ানাইডের গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ এবং ফেরিক ফেরিসায়ানাইডের বাদামী দ্রবণ তৈরি করে। বিক্রিয়াদ্বয় নিম্নরূপ—

$$FeSO_4(aq) + K_3[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow KFe[Fe(CN)_6](s) + 2K^+(aq)$$

গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ

$$Fe_2(SO_3) + K_3[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow Fe[Fe(CN)_6](aq) + 3K^+(aq)$$

বাদামি দ্রবণ

অর্থাৎ, উদ্দীপকের x ও y উভয়েই আয়রন (Fe)।

ঘ ফেরাস সালফেট পটাশিয়াম ফেরিসায়ানাইডের বিক্রিয়ায় জারিত হয়ে পটাশিয়াম ফেরাস ফেরিসায়ানাইডের অধঃক্ষেপ তৈরি করে। এ অধঃক্ষেপ গাঢ় নীল বর্ণের।

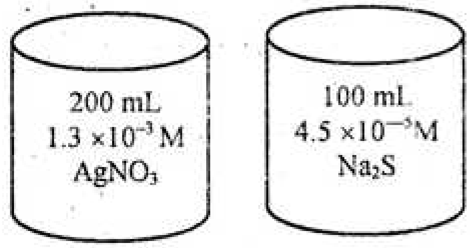
$$Fe^{2+}(aq) + K_3Fe(CN)_6](aq) \rightarrow KFe(Fe(CN)_6](s) + 2K^+(aq)$$

গাঢ় নীল অধঃক্ষেপ

অপরদিকে ফেরিক সালফেট পটাশিয়াম ফেরিসায়ানাইডের সাথে বিক্রিয়ায় আয়ন স্থনান্তরের মাধ্যমে ফেরিক ফেরিসায়ানাইডের দ্রবণ তৈরি করে। যা বাদামী বর্ণের।

$$Fe^{3+}(aq) + k_3[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow Fe(Fe(CN)_6] + 3k^+(aq)$$

প্রশ্ন ▶ ১১২



A B

[Ag_2S এর দ্রব্যতা গুণফল 1.6×10^{-19}]

[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. ফুড লেকার কী? ১

খ. বুজো ব্যালান্সে বাম থেকে সর্বডানে 0 – 100 পর্যন্ত দাগকাটা। রাইডারের ভর 0.01mg হলে রাইডার ধ্রুবকের মান নির্ণয় করো। ২

গ. A পাত্রে কতো গ্রাম $AgNO_3$ আছে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. A ও B এর মিশ্রণের ফলে Ag_2S এর অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা তোমার মতামত উপস্থাপন করো। ৪

১১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফুড লেকার হচ্ছে এমন এক ধরনের জৈব পদার্থ, যাকে ক্যানিং এর সময় খাদ্য বস্তু বহনকারী পাত্রের গায়ে এমনভাবে প্রলেপ দেয়া হয় যেন তা খাদ্য বস্তুকে ধাতব পদার্থের সংস্পর্শ হতে দূরে রাখে।

খ আমরা জানি, রাইডার ধ্রুবক $= \frac{2 \times \text{রাউডারের ভর}}{\text{রাইডারের ভাগ সংখ্যা}}$

$= \frac{2 \times 0.01 \text{ mg}}{100}$

$= 2 \times 10^{-4}$ mg

$= \frac{2 \times 10^{-4}}{1000}$ g

$\therefore$ রাউডার ধ্রুবক $= 2 \times 10^{-7}$ g

গ দেওয়া আছে,

$AgNO_3$ এর আয়তন, V = 200 mL = 0.2 L

মোলার ঘনমাত্রা, $M = 1.3 \times 10^{-3}$M

আমরা জানি, মোলার ঘনমাত্রা $M = \frac{\text{মোলসংখ্যা (n)}}{\text{আয়তন (v)}}$

বা, $1.3 \times 10^{-3} = \frac{\text{মোলসংখ্যা (n)}}{0.2}$

$\therefore$ মোল সংখ্যা (n) $= 2.6 \times 10^{-4}$ mol

আবার, $AgNO_3$ এর 1 mol এর ভর = 170 g

$\therefore$ $AgNO_3$ এর 2.6×10^{-4} mol এর ভর $= 170 \times 2.6 \times 10^{-4}$
$= 0.0442$ g

ঘ আমরা জানি, Ag_2S এর মোলার ঘনমাত্রার গুণফল তার দ্রাব্যতার গুণফল থেকে বেশি হলে বিক্রিয়ায় Ag_2S এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

দেওয়া আছে, Ag_2S এর দ্রাব্যতার গুণফল $K_{sp} = 1.6 \times 10^{-19}$

এখন, 200 mL 1.3×10^{-3}M $AgNO_3$ দ্রবণ ≡ 200 mL 1.3×10^{-3} M Ag^+

মিশ্রণের মোট আয়তন = 200 mL + 100 mL
= 300 mL

Ag^+ এর পরিবর্তিত ঘনমাত্রা M_2 হলে,

$V_2 \times M_2 = V_1 \times M_1$

$\therefore M_2 = \frac{200 \times 1.3 \times 10^{-3}}{300} = 8.6 \times 10^{-4}$ M

$\therefore$ মিশ্রণে, $[Ag^+] = 8.6 \times 10^{-4}$ M

একইভাবে, 100 mL 4.5×10^{-5}m Na_2S ≡ 100 mL 4.5×10^{-5} MS^{2-}

s^{2-} এর ঘনমাত্রা M_4 হলে,

$V_3M_3 = V_4M_4$

$M_4 = \frac{100 \times 4.5 \times 10^{-5}}{300} = 1.5 \times 10^{-5}$

সুতরাং $[s^{2-}] = 1.5 \times 10^{-5}$

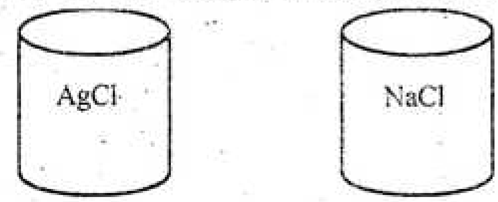
সুতরাং Ag_2S এর উভয়ের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল

$Kip = [Ag^+]^2 \times [S^{2-}]$
$= 8.6 \times 10^{-4} \times 1.5 \times 10^{-5}$
$= 1.29 \times 10^{-8}$

অর্থাৎ Kip > Ksp

সুতরাং, Ag_2S এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶ ১১৩ 25° তাপমাত্রায় AgCl এবং Ksp 2.458 × × 10^{-10}



60 mL 0.2M 40 mL 0.2M
পাত্র-১ পাত্র-২

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. ভরক্রিয়া সূত্রটি লিখ। ১

খ. সকল d ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়? ২

গ. পাত্র 1 এর দ্রবণের দ্রাব্যতা গণনা কর। ৩

ঘ. পাত্র-1 এর দ্রবণের সাথে পাত্র-2 এর দ্রবণ মিশ্রিত করলে, কোনো অধঃক্ষেপ পরবে কিনা, বিশ্লেষণ কর। ৪

১১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ যে সকল মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d-অরবিটালে প্রবেশ করে, তাদেরকে d-ব্লক মৌল বলে। অপরদিকে যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের d-অরবিটাল আংশিকভাবে (d^{1-9}) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। যেমন-

${}_{21}Sc \rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^14s^2$

$Sc^{+3} \rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^6$

সুতরাং প্রদত্ত সংজ্ঞানুযায়ী দেখা যায় Sc, d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়। কারণ এর সুস্থিত আয়নের (Sc^{3+}) d অরবিটালে কোনো ইলেকট্রন নেই। তাই বলা যায় সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল কিন্তু সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ ৩১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৪

রশ্মি	তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (nm)
I	0.0005 – 0.15
II	200 – 375
III	280–780
IV	790 – 1×10^6

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১

খ. ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিনের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. আমাদের দৈনন্দিন জীবনে রশ্মি II এবং III এর প্রয়োগ ও ব্যবহার বর্ণনা কর। ৩

ঘ. চিকিৎসা ক্ষেত্রে কোন রশ্মিটি প্রয়োজনীয়? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

১১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ আমরা জানি, একই গ্রুপের মৌলের মধ্যে যার আকার বড় তার ইলেকট্রন আসক্তি কম। কিন্তু ক্লোরিন ও ফ্লোরিনের বেলায় তা ভিন্ন হয় কেননা ফ্লোরিনের কক্ষপথ 2টি এবং ক্লোরিনের কক্ষপথ হলো 3টি। ফ্লোরিনের এই ২য় কক্ষপথে 7টি ইলেকট্রন বিদ্যমান থাকে বলে তার চার্জ ঘনত্ব বেশি হয়। যার ফলে কোনো ইলেকট্রন ফ্লোরিনে যুক্ত হতে চাইলে তা চরমভাবে বিকর্ষিত হয়। অন্যদিকে, ক্লোরিনের ৩য় শক্তিস্তর আকারে বড় হওয়ার 7টি ইলেকট্রন থাকলেও এখানে চার্জ ঘনত্ব কম। তাই একটি ইলেকট্রন অতি সহজে সেখানে প্রবেশ করতে পারে। ফলে ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিন অপেক্ষা বেশি হয়।

গ উদ্দীপকের (ii) নং রশ্মি UV রশ্মি এবং (iii) নং রশ্মি দৃশ্যমান রশ্মি।

UV রশ্মি জাল টাকা, পাসপোর্ট ও ক্রেডিট কার্ড শনাক্তকরণে ব্যবহার করা হয়। টাকার উপর যে কালির প্রলেপ দেওয়া হয় তাতে এমন UV ফ্লোরোসেন্স উপাদান থাকে। যাতে করে নির্দিষ্ট ফ্রিকুয়েন্সির UV আলো পড়লেই কেবল এটি দৃশ্যমান আলোককে প্রতিফলিত করে। ফলে অতি সহজে আমরা প্রকৃত ব্যাংক নোট বা টাকা শনাক্ত করতে পারি। অনুরূপভাবে জাল পাসপোর্ট ও ক্রেডিট কার্ড শনাক্ত করা যায়।

দৃশ্যমান রশ্মির কারণে আমরা সবকিছু দেখতে পাই। কোন বস্তু থেকে দৃশ্যমান রশ্মি আমাদের চোখে প্রবেশ করলেই আমরা বস্তুটিকে দেখতে পাই। তাছাড়া এই রশ্মি পর্দায় ফেলা যায় এবং বিম্ব গঠন করা যায়।

ঘ চিকিৎসা ক্ষেত্রে (iv) নং রশ্মি তথা IR রশ্মিটি অধিক প্রয়োজনীয়। IR রশ্মি দ্বারা রোগ প্রতিকারের উপায় নিম্নরূপ :

১. রক্ত চাপ প্রশমনে : রক্তে দূর অবলোহিত রশ্মি প্রায় এক ঘণ্টা ধরে চালিত করা হলে রক্তের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। এতে রক্তের চাপ কিছুটা হ্রাস পায়।
২. সান বার্ন এর চিকিৎসা : সূর্যের অতি বেগুনি রশ্মি দেহে আপতিত হলে ক্রেটোন্স-এর ইলেকট্রোথেরাপির মাধ্যমে অবলোহিত রশ্মি প্রক্ষেপ করা হয়। যা অতিবেগুনী রশ্মির ক্ষতিকর প্রভাব থেকে দেহকে রক্ষা করে।
৩. মোবাইল ফোন, উচ্চ শক্তির বিদ্যুৎ ক্ষেত্র, কম্পিউটার ডিসপ্লে থেকে যে তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালি নিঃসৃত হয় তা দেহে যে ক্ষতিকর প্রভাব সৃষ্টি করে তার চিকিৎসায় IR রশ্মি ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে এই রশ্মি এন্টিডোটস হিসেবে কাজ করে।
৪. অ্যাকুপাঙ্কচারে ব্যবহৃত হয়।
৫. মচকানো, ক্লান্তি বা অবসাদ, প্রান্তীয় লসিকার রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়।
৬. IR রশ্মি ব্যবহার করে পাইরিয়া, গাম ইনফ্লামেশন (Gum Inflammation), দাঁতের ব্যথা এবং মাংসপেশির ব্যথার চিকিৎসা করেন।
৭. শিরা/ধমনীতে চর্বি জমে রক্তে প্রবাহ কমিয়ে দেয়। ফলে বিভিন্ন ধরনের রোগ দেখা দেয়। FIR (Far Infrared) রশ্মি ব্যবহার করে এ সমস্যা দূর করা যায়।
৮. নিউমোনিয়া রোগের চিকিৎসায় জাপান এবং চীন IR রশ্মি ব্যবহৃত হয়। এছাড়াও অ্যাজমা, ব্রংকাইটিস, ফ্লু, কোল্ড, সাইনোসাইটিস এবং শ্বাসনালীর প্রদাহের চিকিৎসায় IR রশ্মি বহুল ব্যবহার হচ্ছে।
৯. FIR থেরাপি ব্যবহার করে বর্তমানে রিউমেটিক আর্থ্রাইটিস রোগের 100% উপশম সম্ভব।
১০. রেনউড সিন্ড্রম নামের চিকিৎসায় FIR ব্যবহৃত হয়।
১১. FIR একই সাথে স্বাভাবিক টিস্যুর বৃদ্ধিতে সহায়তা করে কিন্তু ক্যান্সার টিস্যুর বৃদ্ধিতে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি করে। যা একটি অলৌকিক ব্যাপার। এটি রঞ্জক পদার্থ অপসারণ করে কিন্তু যে স্থানে রঞ্জক পদার্থ দরকার সেখানে রঞ্জক পদার্থ উৎপাদনে সহায়তা করে। এটি দেহের বিভিন্ন উপাদানকে উদ্দীপিত করে কিন্তু দেহের প্রদাহ প্রশমিত করে।

প্রশ্ন ▶ ১১৫ A^{2+} এবং B^{2+} আয়নদ্বয়ের সর্বশেষ অরবিটালের কোয়ান্টাম সংখ্যা হলো যথাক্রমে–

$$n=3, l=2, m=-2, -1, 0, +1, +2, s=\pm\frac{1}{2}; \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}$$

এবং

$$n=3, l=2, m=-2, -1, 0+1, +2, s=\pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}, \pm\frac{1}{2}$$

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. অরবিটাল কাকে বলে? ১
খ. 25°C তাপমাত্রায় NaCl এর দ্রাব্যতা 31.6 gmL^{-1} বলতে কী বুঝ? ২
গ. $[B(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নের গঠন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩
ঘ. যদিও $[B(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নটি রঙিন, কিন্তু $[A(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নটি বর্ণহীন-ব্যাখ্যা কর। ৪

১১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

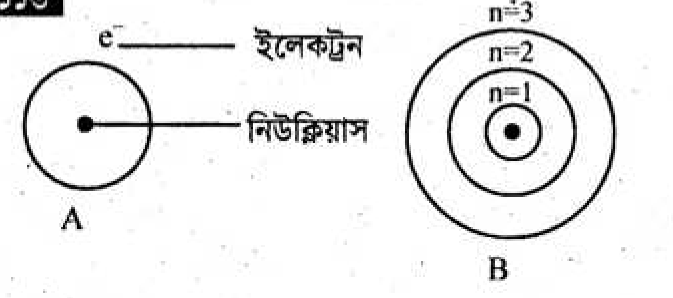
ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 গ্রাম দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে। 25°C তাপমাত্রা KNO_3 এর দ্রাব্যতা 31.6 বলতে বুঝায়, 25°C তাপমাত্রায় 31.6 g KNO_3, 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করে।

গ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ২৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১১৬



[সিলেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিলেট]

ক. আংশিক পাতন কি? ১
খ. 4s ও 3d অরবিটালের মধ্যে কোনটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে? ২
গ. উদ্দীপকের B মডেলের ৩য় শক্তিস্তরের অরবিটাল সংখ্যা ও ধারণকৃত ইলেকট্রন সংখ্যা হিসাব কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের দু'টি মডেলের তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

১১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাতন প্রক্রিয়ায় পাতন ফ্লাস্ক ও শীতকের মাঝে অংশ কলাম স্থাপন করে বিভিন্ন নিকট স্ফুটনাঙ্কের দুই বা ততোধিক তরল উপাদানকে তাদের মিশ্রণ হতে পৃথক করার প্রক্রিয়াকেই আংশিক পাতন বলে।

খ পটাশিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :

$K(19) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^1$

আউফবাউ নীতি অনুযায়ী অরবিটালদ্বয়ের মধ্যে যার $(n + l)$ এর মান কম হবে, সেটিই নিম্ন শক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রনসমূহ তাতেই প্রথমে প্রবেশ করবে।

K এর ক্ষেত্রে 3d অরবিটালের জন্য, $n = 3, l = 2 ; n + l = 5$

4s অরবিটালের জন্য, $n = 4, l = 0 ; n + l = 4$

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে K-এর জন্য 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম। তাই, K-এর 19 তম ইলেকট্রনটি স্বভাবতই শক্তিক্রম অণুসরণ করে 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে আগে প্রবেশ করে।

গ ১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৭

মৌল	ইলেকট্রন বিন্যাস	প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা
A	$ns^2(n-1)d^{10}$	$n = 4$
B	$ns^1(n-1)d^{10}$	$n = 4$

[সিলেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিলেট]

ক. পর্যায়বৃত্ত ধর্ম কি? ১

খ. NaCl ও $CaCl_2$ এর মধ্যে কোনটি বেশি আয়নিক এবং কেন? ২

গ. B মৌলের যৌগসমূহ রঙিন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. A ও B মৌলের মধ্যে কোনটির জারণ সংখ্যা ভিন্ন হয় এবং কেন ব্যাখ্যা কর। ৪

১১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যায় সারণির মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে নির্দিষ্ট ব্যবধান অন্তর ধর্মের পুনরাবৃত্তিকে মৌলের পর্যায়বৃত্তিক ধর্ম বা পর্যায়বৃত্ততা বলে।

খ $CaCl_2$ ও NaCl উভয়েই আয়নিক যৌগ। তবে ক্যাটায়নের পোলারায়নের কারণে $CaCl_2$ কিছুটা সমযোজী বৈশিষ্ট্য অর্জন করে। ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের চার্জ বিকৃতি করার ক্ষমতা কে পোলারায়ন বলে। ফাযানের নীতি অনুসারে ক্যাটায়নের চার্জ বেশি হয়ে উক্ত ক্যাটায়ন অ্যানায়নকে বেশি পোলারিত করতে পারে।

Ca^{2+} ও Na^+ আয়নের মধ্যে Ca^{2+} এর চার্জ বেশি। তাই $CaCl_2$ সমযোজী বৈশিষ্ট্য বহন করছে। অপরদিকে NaCl অধিক আয়নিক চরিত্রের।

গ ৩৮(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ $n = 4$ এর জন্য A ও B মৌলের ইলেকট্রন

বিন্যাস: $A \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

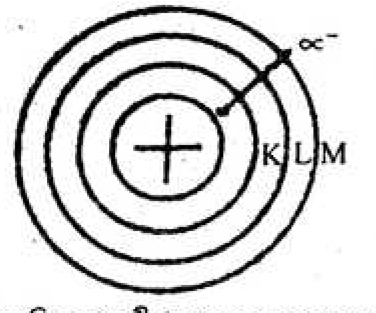
$B \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে বুঝা যায় যে, A ও B মৌল দুইটি যথাক্রমে Zn ও Cu যাদের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 30 ও 29।

Cu ও Zn এর মধ্যে Cu এর সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে 3d অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ থাকে, তাই এটি অবস্থান্তর মৌল। অপরদিকে Zn এর সুস্থিত আয়ন Zn^{2+} এর 3d অরবিটালপূর্ণ $(3d^{10})$ থাকে, তাই Zn কে অবস্থান্তর মৌল বলা যায় না।

আমরা জানি, অবস্থান্তর মৌলের 3d ও 4s অরবিটালের শক্তির পার্থক্য খুব কম হওয়া এরা পরিবর্তনশীল জারণ অবস্থা প্রদর্শন করে। Cu অবস্থান্তর মৌল হওয়ায় এর দুইটি ভিন্ন জারণ অবস্থা Cu^+ ও Cu^{2+} বিদ্যমান কিন্তু জিংকের একটি মাত্র Zn^+ জারণ অবস্থা বিদ্যমান।

প্রশ্ন ▶ ১১৮



[এম.সি একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট]

ক. MSDS কী? ১

খ. H_2SO_3 ও HNO_3 এর মধ্যে কোনটি অধিক অম্লীয় এবং কেন? ২

গ. উদ্দীপকের মডেলটির L- শেলের (পরিপূর্ণ) কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট তৈরি কর। ৩

ঘ. মডেলটি H পরমাণুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলে ইলেকট্রনটির ধাপান্তরে সময় নির্গত শক্তি নির্ণয় করে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। ৪

১১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MSDS এর পূর্ণরূপ হচ্ছে Material Safety Data Sheet।

খ H_2SO_3 ও HNO_3 এর মধ্যে HNO_3 অধিক অম্লীয়। কারণ আমরা জানি, যে এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান যত বেশি সেই এসিড তত বেশি অম্লীয় হয়।

এখানে H_2SO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু S এর জারণ মান +4। আবার HNO_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু N এর জারণ মান +5। যেহেতু কেন্দ্রীয় পরমাণু হিসেবে সালফারের তুলনায় নাইট্রোজেনের জারণ মান বেশি। সেহেতু H_2SO_3 ও HNO_3 এর মধ্যে HNO_3 অধিকতর অম্লীয় হবে।

গ ৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১১৯ পাত্র A = AgCl, $K_{sp} = 1.5 \times 10^{-10}\ mol^2L^{-2}$ দ্রবণ

" B = 100 mL 0.02M KCl– (দ্রবণ)

" C = 100 mL 0.01M $AgNO_3$– (দ্রবণ)

[এম.সি একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট]

ক. সাসপেনশন কী? ১

খ. pH স্কেল 0-14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ কেন? ২

গ. পাত্র A এর ক্লোরাইড আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. পাত্র-B ও পাত্র-C এর দ্রবণ মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5}cm এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ কোনো দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের H^+ এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হলে pH এর মান 0 থেকে কম এবং OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু লঘু দ্রবণে H^+ ও OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হতে পারে না।

দ্রবণে $[H^+] = 1M$ হলে,

$pH = -\log(1) = 0$

দ্রবণে $[OH^-] = 1\ M$ হলে,

$pOH = -\log(1) = 0$

$pH = 14 - pOH$

$= 14 - 0$

$= 14$

তাই, pH স্কেল 0–14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে।

গ ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১২০ 27°C উষ্ণতায় —

ক পাত্র	খ পাত্র	গ পাত্র
$Al(OH)_3$	25mL 0.01M $AlCl_3$	75mL 0.25M NaOH

$[K_{sp} = 3.039 \times 10^{-31}\ mol^4\ L^{-4}]$

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

ক. ভর ক্রিয়া সূত্র কী? ১
খ. দ্রবণে Al^{3+} মূলক সনাক্ত সমীকরণসহ দেখাও। ২
গ. ক-পাত্রের উপাদানের দ্রাব্যতা gm/100gm এককে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. খ ও গ পাত্রের দুটি মিশ্রিত করলে কোন্ অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হবে কি না? উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ কর। ৪

১২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার বিক্রিয়ক পদার্থের সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক।

খ একটি পরীক্ষানলে Al^{3+} এর 1-2 mL দ্রবণ নিয়ে এতে 1-2 ফোঁটা NaOH দ্রবণ যোগ করলে সাদা জেলীর ন্যায় অধঃক্ষেপ পড়ে। এ অধঃক্ষেপের মধ্যে অতিরিক্ত NaOH দ্রবণ যোগ করলে সাদা জেলী দ্রবীভূত হয়ে যায়। এ অবস্থায় দ্রবণে কিছু কঠিন NH_4Cl যোগ করে উত্তপ্ত করলে পুনরায় সাদা জেলী দ্রবণে ফিরে আসে।

$Al^{3+} + 3NaOH \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3Na^+$
(সাদা আঠালো জেলী)

$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaAl(OH)_4$

$NaAl(OH)_4 + NH_4Cl \xrightarrow{\text{তাপ}} Al(OH)_3\downarrow + NaCl + NH_3 + H_2O$
(সাদা জেলী)

এভাবে দ্রবণে বিদ্যমান Al^{3+} আয়ন সনাক্ত করা যায়।

গ $Al(OH)_3$ এর বিক্রিয়া:

$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{3+} + 3OH^{-1}$

ধরি, $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা = x

$\therefore$ $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল $= Ksp = [Al^{3+}][OH^-]^3$

$\Rightarrow 3.039 \times 10^{-31} = x\,(3x)^3$

$\Rightarrow 3.039 \times 10^{-31} = 27x^4$

$\Rightarrow X' = \sqrt{\frac{3.039 \times 10^{-31}}{27}}$

$\Rightarrow X = \sqrt[4]{\frac{3.039 \times 10^{-31}}{27}}$

$\Rightarrow X = 1.03 \times 10^{-8}\ mol^{-1}$

$Al(OH)_3$ এর আণবিক ভর = 78g/mol

$Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা $= 1.03 \times 10^{-8}\ molL^{-1}$

$= (1.03 \times 10^{-8} \times 78)$ g/L

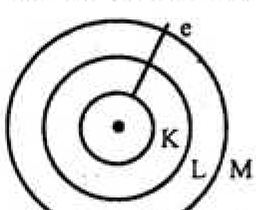
$= 3.4 \times 10^{-9}$ g/L

$= \frac{3.4 \times 10^{-9}}{10}$ g/100g

$= 3.4 \times 10^{-10}$ g/100g

ঘ ৭০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১২১ নিচের উদ্দীপকের আলোকে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও:



[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

ক. দ্রাব্যতার গুণফল কী? ১
খ. NaOH ও HF এর প্রশমন তাপ ধ্রুবক মানের বেশি কেন? ২
গ. উদ্দীপকের ইলেকট্রন ধাপান্তরে বিকরিত ব্যবহারিক প্রয়োগ ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের M শক্তিস্তরের s অরবিটাল এবং L শক্তিস্তরের s অরবিটাল একটি করে ইলেকট্রন একই দিকে ঘূর্ণায়নমান হলে, ইহা পলির বর্জননীতি মেনে চলে কি না? বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্য লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণে উৎপন্ন আয়নসমূহের গ্রাম প্রতিলিটার বা মোল প্রতিলিটার এককে ঘনমাত্রার গুণফলকে সংশ্লিষ্ট লবণের দ্রাব্যতার গুণফল বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ উদ্দীপকের চিত্রটিতে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে ১ম শক্তিস্তরে রূপান্তরকে দেখানো হয়েছে ফলে এতে লাইমেন সিরিজের লাইন পাওয়া যাবে। লাইমেন সিরিজের রশ্মীর ফলে অতিবেগুনী তথা UV-রশ্মি নির্গত হয়। নিম্নে UV-রশ্মির ব্যবহারিক ব্যাখ্যা করা হলো—

i. টাকায় UV-রশ্মির স্ক্যান করালে টাকার বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ অর্থাৎ নির্দিষ্ট রং উজ্জ্বলতা পরিলক্ষিত হবে, কিন্তু জাল টাকায় এমনটি হয় না।
ii. জাল টাকা নির্ণয়ের জন্য বিশেষ ধরনের UV লাইট আবিষ্কৃত হয়েছে। টাকার বিশুদ্ধতার মান অনুযায়ী এটি সংকেত প্রদান করে।
iii. সাধারণত আলোতে, আসল এবং নকল উভয় টাকাতেই জলছাপ দেখা যায়। কিন্তু UV ল্যাম্পের নিচে আসল টাকার জলছাপ দেখা যায় না, কেবলমাত্র জাল টাকায় তা অস্পষ্ট দেখা যায়।
iv. প্রচলিত আসল টাকায় নকল প্রতিরোধে কিছু অদৃশ্যমান চিহ্ন থাকে, যা শুধুমাত্র UV রশ্মি শোষণের ফলে দৃশ্যমান হয়। জাল টাকায় এরূপ দৃশ্যমান অস্তিত্ব নেই।
v. জাল টাকায় UV রশ্মি শোষিত হলে কৃত্রিম উজ্জ্বল বর্ণ প্রদর্শিত হয়; কিন্তু আসল টাকায় কোনোরূপ কৃত্রিম উজ্জ্বলতা দেখা যায় না।
vi. টাকায় বিভিন্ন রঙের যে তন্তুময় অংশ থাকে, তা UV রশ্মির প্রভাবে সুস্পষ্ট হয়। কিন্তু জাল টাকায় UV স্ক্যান করলে বর্ণগুলো সুস্পষ্টভাবে বোঝা যায় না।
vii. টাকায় বিভিন্ন রঙের যে নকশা করা থাকে, তা UV রশ্মির শোষণ করে বর্ণ পরিবর্তন করে। জাল টাকার নকশার এরূপ পরিবর্তন হয় না।

ঘ ১৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১২২ উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নের উত্তর দাও:

পাত্র-A	পাত্র-B
20°C 250mL $CaCl_2$এর সম্পৃক্ত দ্রবণ। দ্রাব্যতা-28	80°C দ্রাব্যতা = 60

[খুলনা পাবলিক কলেজ]

ক. দ্রবণ তাপ কাকে বলে? ১

খ. NH_4Cl এর বন্ধন প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A পাত্রের দ্রবণকে B পাত্রের তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত করতে অতিরিক্ত কতটুকু দ্রবণ প্রয়োজন? ৩

ঘ. A পাত্রের 20mL 0.2M দ্রবণের সাথে 8mL 0.1M HCl যোগ করলে $CaCl_2$ অধঃক্ষিপ্ত হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [Ksp ($CaCl_2$)=1.8×10^{-4}] ৪

১২২ নং প্রশ্নের উত্তর

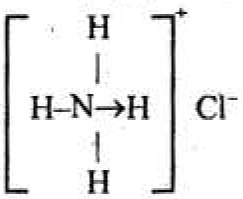
ক 1 গ্রাম মোল দ্রবকে যথেষ্ট পরিমাণ (যে অবস্থায় আরো দ্রাবক যোগ করলে তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে) দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হলে সে তাপের যে পরিবর্তন হয় তাকে ঐ দ্রবের দ্রবণ তাপ বলে।

খ NH_4Cl যৌগে ৩ ধরণের বন্ধন বিদ্যমান থাকে। বন্ধনগুলো হলো–

i. সমযোজী বন্ধন: ৩টি N–H সমযোজী বন্ধন

ii. সন্নিবেশ বন্ধন: ১টি $N \longrightarrow H^+$ সন্নিবেশ বন্ধন

iii. আয়নিক বন্ধন: NH_4^+ ও Cl^- এর মধ্যে বিদ্যমান আয়নিক বন্ধন।



NH_4Cl অণুতে প্রথমে 1টি নাইট্রোজেন 3টি হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে NH_3 অণু গঠন করে। NH_3 এর নাইট্রোজেন পরমাণুতে বিদ্যমান নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রন দ্বারা H^+ যুক্ত হয়ে সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়ে NH_4^+ আয়ন উৎপন্ন করে এবং উৎপন্ন NH_4^+ আয়ন আবার Cl^- আয়নের সাথে আয়নিক বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়।

গ 20°C তাপমাত্রায় $CaCl_2$ এর দ্রাব্যতা = 28

অর্থাৎ 100 mL দ্রাবকে $CaCl_2$ থাকে = 28g

1 " " " $= \frac{28}{100}$ g

250 " " " $= \frac{28 \times 250}{100}$ g

$= 70$ g $CaCl_2$

B- পাত্রে 50°C তাপমাত্রায় $CaCl_2$ এর দ্রাব্যতা = 60

∴ 100 mL দ্রাবকে $CaCl_2$ থাকে = 60g

1 " " " $= \frac{60}{100}$ g

250 " " " $= \frac{60 \times 250}{100}$ g

$= 150$g $CaCl_2$

B- পাত্রে নতুন করে (150–70) = 80 g $CaCl_2$ যোগ করতে হবে।

ঘ 8 mL 0.1 M HCl এ Cl^- এর পরিমাণ $= 0.1 \times 35.5 \times \frac{8}{1000}$

$= 0.284$g

20 mL 0.2 M $CaCl_2$ এ Cl^- এর পরিমাণ $= 0.4 \times 35.5 \times \frac{20}{1000}$

$= 0.284$g

দ্রবণে Cl^- এর মোট পরিমাণ = (0.284 + 0.284)g

= 0.568 g

দ্রবণের মোট আয়তন = (20 + 8) = 28 mL

দ্রবণে Cl^- এর ঘনমাত্রা $= \frac{0.568 \times 1000}{35.5 \times 28.0}$ M

= 0.5714 M

দ্রবণে Ca^{2+} আয়তনের ঘনমাত্রা $= \frac{0.2 \times 20}{28}$ M

= 0.1428 M

দ্রবণে Ca^{2+} ও Cl^- আয়নের আয়নিক গুণফল Kip = $[Ca^{2+}][Cl^-]$

বা, Kip = (0.1428×0.5714)

= 0.083057

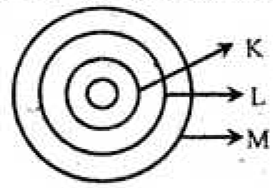
$= 8.30 \times 10^{-2}$

এখানে, Ksp $= 1.8 \times 10^{-4}$

Kip >> Ksp

সুতরাং দ্রবণে $CaCl_2$ এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

প্রশ্ন ▶১২৩ উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নের উত্তর দাও:



[খুলনা পাবলিক কলেজ]

ক. সমআয়ন প্রভাব কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. চিত্রে প্রদর্শিত মডেলটি পরমাণুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলে ইলেকট্রনটির ধাপান্তরের জন্য নির্গত শক্তির বর্ণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. চিত্রে সর্ব বহিঃস্থ শক্তি স্তরের কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হিসাব করে অরবিটাল সংখ্যা ও ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৪

১২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় দুইটি তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্যে একটি মৃদু বা দুর্বল হলে তীব্র তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের উপস্থিতিতে দুর্বল তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের বিয়োজন মাত্রা হ্রাস পায় তাকে সম-আয়ন প্রভাব বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow$ $CaCl_2$ (বাষ্প)
(ইটের মত লাল)

গ উদ্দীপকের মডেলটিতে দেখানো ইলেকট্রনের রূপান্তরটি M থেকে L শেলে হয়েছে। অর্থাৎ ৩য় শেল থেকে ২য় শেলে হয়েছে, সুতরাং রূপান্তরটি হলো বমার সিরিজের প্রথম লাইন।

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{ni^2}\right)$$

এখানে,
$n_i = 3$
$n_f = 2$
$R_H = 109678\ cm^{-1}$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$= R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$$

$$= R_H\left(\frac{9-4}{36}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{5\,R_H}{36}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{36}{5 \times 109678}$$

$$\Rightarrow \lambda = 6.5646 \times 10^{-5}\ cm$$

$$\Rightarrow \lambda = 656.46 \times 10^{-7}\ cm$$

$$\therefore \lambda = 656.46\ nm$$

আমরা জানি, 647 – 780 nm সীমার বর্ণটি হলো লাল

∴ ইলেকট্রনটির ধাপান্তরের ফলে যে শক্তি নির্গত হবে তা (656.46nm) লাল বর্ণের হবে।

ঘ ৬(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১২৪ Electron শক্তি প্রাপ্ত হলে নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে যায় আবার শক্তি হারালে উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসে। এ সময় পরমাণু বর্ণালী প্রদান করে। *[পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর]*

ক. N. M.R কি? ১

খ. H-পরমানুর ক্ষেত্রে ৭ম থেকে ২য় কক্ষপথে আসলে কতগুলো বর্ণালী রেখার সৃষ্টি হবে? ২

গ. n এর কোন মানের জন্য H-পরমাণুর বামার সিরিজের কোন রেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 434nm হবে। ৩

ঘ. যদি M কক্ষপথ থেকে L কক্ষপথে H এর electron স্থানান্তরিত হয়, তাহলে যে রেখা বর্ণালির সৃষ্টি হয় তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও বর্ণালি রেখার সংখ্যা নির্ণয় কর। ৪

১২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক NMR হলো Nueclear Magnetic Spectroscoly যার মূলনীতির উপর ভিত্তি করে MRI কাজ করে।

খ আমরা জানি, যদি ইলেকট্রন n_2 শক্তিস্তর থেকে n_1 শক্তিস্তরে গমন করে তাহলে মোট বর্ণালী রেখা হবে $= \frac{(n_2 - n_1)(n_2 - n_1 + 1)}{2}$

এখানে, $n_2 = 7$ এবং $n_1 = 2$

মোট বর্ণালী রেখা $= \frac{(7-2)(7-2+1)}{2}$

$= \frac{5 \times 6}{2}$

$= 15$ টি

গ এখানে, বামার সিরিজের জন্য $n_f = 2$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\lambda = 434$ nm

$= 434 \times 10^{-7}$ cm

রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678 \text{ cm}^{-1}$

রেখার সংখ্যক, n_i = কত?

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{434 \times 10^{-7}} = 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Rightarrow 23041.47 = 109678\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Rightarrow 0.2100829 = \frac{1}{4} - \frac{1}{n_i^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n_i^2} = \frac{1}{4} - 0.2100829$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n_i^2} = 0.039917$$

$$\Rightarrow n_i^2 = 25.05$$

$n_i = 5$; সুতরাং n এর 5 এর জন্য।

ঘ হাইড্রোজেনের ইলেকট্রন M কক্ষপথ থেকে L কক্ষপথে গমন করলে বামার রেখার ১ম লাইনের সৃষ্টি হবে। কারণ M কক্ষপথ হলো ৩য় কক্ষপথ ও L কক্ষপথ হলো ২য় কক্ষপথ।

এখানে, $n_i = 3$ এবং $n_f = 2$

রিজার্ড ধ্রুবক $R_H = 109678 \text{ cm}^{-1}$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$= 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$= 109678\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$$

$$= 109678\left(\frac{9-4}{36}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 109678 \frac{5}{36} \text{ cm}^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = 6.654 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

$$= 656.4 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

$$= 656.4 \text{ nm}$$

বর্ণালী রেখার সংখ্যা $= \frac{(n_2 - n_1)(n_2 - n_1 + 1)}{2}$

$= \frac{(3-2)(3-2+1)}{2}$

$= \frac{1 \times 2}{2} = 1$ টি

প্রশ্ন ▶ ১২৫ নিচের উদ্দীপকের লক্ষ কর এবং প্রশ্নের উত্তর দাও:

X পাত্র	Y পাত্র
40 mL 4×10^{-3}M $CaCl_2$	30 mL 0.002M NaF

25°C তাপমাত্রায় CaF_2 এর Ksp=$4 \times 10^{-11}\text{mol}^3\text{L}^{-3}$

[পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর]

ক. আয়নিক গুণফল কাকে বলে? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. 'X' পাত্রের ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন শনাক্তকারী পরীক্ষা সমীকরণসহ দেখাও। ৩

ঘ. উদ্দীপকের X ও Y পাত্রের দ্রবণ একত্রে মিশালে CaF_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আয়নিত অবস্থায় কোনো পদার্থের আয়নসমূহের ঘনমাত্রার গুণফলকে আয়নিক গুণফল বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow$ $CaCl_2$ (বাষ্প)

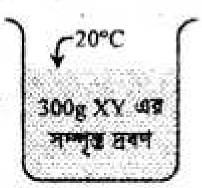
(ইটের মত লাল)

গ ১৫ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৫ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১২৬ একটি লবণ XY যা পানিতে স্বল্পমাত্রায় দ্রবণীয়। বিভিন্ন তাপমাত্রায় পানিতে লবণটির দ্রাব্যতা নিম্নরূপ—

তাপমাত্রা	দ্রাব্যতা
15°C	20
20°C	36
25°C	50



[ইনজিনিয়ারিং ইউনিভার্সিটি স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ইলেকট্রন আসক্তি কাকে বলে? ১
খ. লোনা ইলিশ পঁচে না কেন? ২
গ. তাপমাত্রা 15°C এ নামিয়ে আনলে উদ্দীপকের দ্রবণ হতে কত গ্রাম XY কেলাসিত হবে? ৩
ঘ. তাপমাত্রা 25°C এ উন্নীত করলে উদ্দীপকের দ্রবণটিকে সম্পৃক্ত করতে আরও কত গ্রাম XY লবণ যোগ করতে হবে? 8

১২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মৌলের সর্বঃবহিস্থ কক্ষপথে একটি ইলেকট্রন যুক্ত ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হয় তাকে ঐ মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে।

খ লোনা ইলিশ পঁচে না কারণ লবণ প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক। এটি খাদ্যে উপস্থিত অণুজীবকে বংশ বিস্তারে বাধা দেয়। যার কারণে লোনা ইলিশ পঁচে না।

গ 20°C তাপমাত্রায় XY এর দ্রাব্যতা 36

∴ অতএব দ্রবণের পরিমাণ $= (36 + 100)g$
$= 136$ gm

136 gm দ্রবণে পানি 100 gm

300 gm " " $\frac{100 \times 300}{136}$ gm
$= 220.588$gm

∴ লবণের পরিমাণ $= (300 - 220.588)$gm
$= 79.41$ gm

15°C তাপমাত্রায় XY এর পরিমাণ $= \frac{20 \times 220.588}{100}$
$= 44.1176$ gm

∴ শীতলীকরণের পর কেলাসের পরিমাণ $= (79.41 - 44.1176)$
$= 35.3$ gm **(Ans.)**

ঘ 20°C তাপমাত্রায় 300 g XY দ্রবণে

লবণের পরিমাণ $= 79.41$ g

পানির পরিমাণ $= 220.588$ g

25°C তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা $= 50$ g

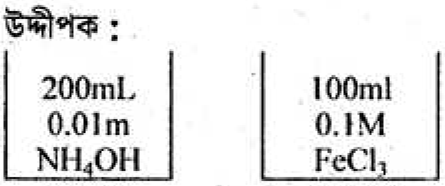
দ্রবণের পরিমাণ $= (100 + 50) = 150$ g

100 g পানিতে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করে 50 g লবণ

220.588 " " " " " $\frac{50 \times 220.588}{100}$
$= 110.29$ g

অতিরিক্ত লবণ মেশাতে হবে $= (110.29 - 79.41)$ g
$= 30.88$ g

প্রশ্ন ▶ ১২৭ উদ্দীপক :



A-পাত্র B-পাত্র

25°B তাপমাত্রায় $Fe(OH)_3$ এর $Ksp = 3.98 \times 10^{-38}$

[ঠাকুরগাঁও সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ কি? ১
খ. HNO_3 ও H_3PO_4 এর মধ্যে কোনটি তীব্র এসিড এবং কেন? ২
গ. B-পাত্রের দ্রবণের দ্রাব্যতার গুণফল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. A ও B পাত্রের দ্রবণ একত্রে মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা? গাণিতিক ভাবে যুক্তি প্রদর্শন কর। 8

১২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যেসব পদার্থ প্রকৃতিতে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় এবং ঐ পদার্থ বা তার দ্রবণ বায়ুর কোন উপাদান (জলীয় বাষ্প, O_2, CO_2) দ্বারা আক্রান্ত হয় না বলে দীর্ঘদিন যাবৎ দ্রবণের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে সেসব পদার্থকে প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে।

খ আমরা জানি, অক্সি এসিডসমূহের ক্ষেত্রে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যত বেশি তার তীব্রতাও ততো বেশি হয়। আবার ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান হলে যে পরমাণুর আকার ছোট তার তীব্রতা বেশি হয়।

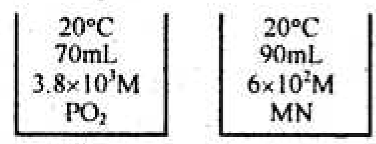
$$\overset{+5}{HNO_3} \quad \overset{+5}{H_3PO_4}$$

HNO_3 ও H_3PO_4 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান। কিন্তু নাইট্রোজেনের আকার ফসফরাস অপেক্ষা ছোট বিধায় এতে চার্জ ঘনত্ব বেশি। তাই স্বভাবতই HNO_3 এর তীব্রতা H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক হয়।

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১২৮



পাত্র-i পাত্র-ii

$K_{SP}(PN_2) = 2.55 \times 10^{-8}$

[হাজীগঞ্জ মডেল কলেজ, চাঁদপুর]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১
খ. CO_2 গ্যাস কিন্তু SiO_2 কঠিন কেন? ২
গ. উদ্দীপকের (i) নং পাত্রের দ্রবণটি সম্পৃক্ত হলে দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের (i) নং (ii) নং পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে PN_2 এর অধঃক্ষেপ পড়বে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

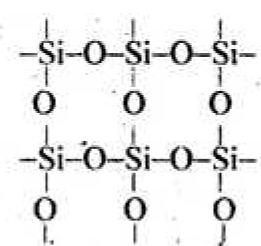
১২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) অণুতে দুটি অক্সিজেন পরমাণু কার্বন পরমাণুর সাথে দ্বি-বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে এবং এর অণুগুলোর মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বল ক্রিয়াশীল। যেহেতু দুটি বিচ্ছিন্ন অণুর মধ্যকার এই আকর্ষণ শক্তি অপেক্ষাকৃত দুর্বল। তাই, CO_2 সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাস।

O = C = O

CO_2 এর গঠন



$(SiO_2)_n$ এর গঠন

অপরপক্ষে, সিলিকন ডাই-অক্সাইডের প্রতিটি Si পরমাণু চারটি করে অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ আণবিক গুচ্ছ তৈরি করে। সুতরাং, এদের মধ্যবর্তী সমযোজী বন্ধন ভাঙতে প্রচুর শক্তির প্রয়োজন হয়। তাই, SiO_2 একটি কঠিন পদার্থ, কিন্তু CO_2 একটি গ্যাসীয় পদার্থ।

গ (i) নং পাত্রের দ্রবণে PQ_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল :

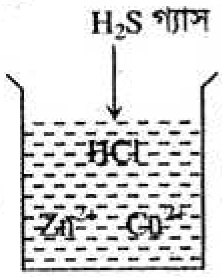
$$PQ_2 \longrightarrow P^{2+} + 2Q^-$$
$$3.8 \times 10^{-3}\ M \quad 3.8 \times 10^{-3}\ M \quad 2 \times 3.8 \times 10^{-3}$$

PQ এর দ্রাব্যতা গুণফল $= Ksp(PQ_2)$

$\therefore Ksp(PQ_2) = [P^{2+}]\,[Q^-]^2$
$= 3.8 \times 10^{-3}\,(2 \times 3.8 \times 10^{-3})^2$
$= 2.19 \times 10^{-7}\ mol^3\ L^{-3}$

ঘ ৭০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১২৯



ZnS এর $Ksp = 3 \times 10^{-23}$
CuS এর $Ksp = 5 \times 10^{-38}$

[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১
খ. pH স্কেল (0-14) এর মধ্যে সীমাবদ্ধ কেন? ২
গ. একই বিকারক ব্যবহার করে উদ্দীপকের আয়ন দুটি কিভাবে শনাক্ত করবে? ৩
ঘ. উদ্দীপক দ্রবণে আয়ন দুটি একই সাথে অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে না কিন্তু উপর্যুক্ত শর্ত প্রয়োগ করে এদের উভয়কেই অধঃক্ষিপ্ত করা যায়। বিশ্লেষণ কর। ৪

১২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ কোনো দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের H^+ এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হলে pH এর মান 0 থেকে কম এবং OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু লঘু দ্রবণে H^+ ও OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হতে পারে না।

দ্রবণে $[H^+] = 1M$ হলে,
$pH = -\log(1) = 0$
দ্রবণে $[OH^-] = 1$ M হলে,
$pOH = -\log(1) = 0$
$pH = 14 - pOH$
$= 14 - 0$
$= 14$
তাই, pH স্কেল 0–14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে।

গ একই বিকারক ব্যবহার করে উদ্দীপকের আয়নদ্বয় Cu^{2+} ও Zn^{2+} শণাক্ত করা যায়। এক্ষেত্রে বিকারক হিসেবে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড বিকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। নিম্নে আয়নদ্বয়ের শনাক্তকরণ ব্যাখ্যা করা হল—

Cu^{2+} আয়ন শণাক্তকরণ :
কপার লবণের দ্রবণে কয়েক ফোটা পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করা হয়। যদি লালচে বাদামি বর্ণের কপার ফেরোসায়ানাইডের অধঃক্ষেপ পড়ে তবে লবণের দ্রবণে কপার আয়নের (Cu^{2+}) উপস্থিতি নিশ্চিত।

$$2CuSO_4(aq) + K_4[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6](s) + 2K_2SO_4$$
পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড (বিকারক), লালচে বাদামি (অধঃক্ষেপ)

Zn^{2+} আয়ন শণাক্তকরণ :
জিংক লবণের দ্রবণে কয়েক ফোটা পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড দ্রবণ যোগ করলে জিংক ফেরোসায়ানাইডের সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।

$$2ZnSO_4(aq) + K_4[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow Zn_2[Fe(CN)_6](s) + 2K_2SO_4$$
সাদা

ঘ উদ্দীপকের অম্লীয় দ্রবণে উপস্থিত আয়নদ্বয় যথাক্রমে Cu^{2+} ও Zn^{2+}. এই অম্লীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে Cu^{2+} অধঃক্ষিপ্ত হয় কিন্তু Zn^{2+} অধঃক্ষিপ্ত হয় না। কারণ নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল—
জলীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে গ্যাসটি খুব সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয় এবং H^+ ও S^{2-} আয়ন উৎপন্ন করে।

$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$$

উদ্দীপকে এসিডীয় দ্রবণে উপস্থিত HCl দ্রবণে H^+ দান করে। ফলে এসিড মিশ্রিত দ্রবণে সম আয়ন H^+ এর প্রভাবে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য H_2S এর বিয়োজন মাত্রা অধিক হারে হ্রাস ঘটে। ফলে দ্রবণে S^{2-} এর ঘনমাত্রা খুব কম হয়। এ অবস্থায় Cu^{2+} ও Zn^{2+} এর এসিডীয় দ্রবণে H_2S গ্যাস চালনা করলে S^{2-} আয়নের ঘনমাত্রা এতই কম হয় যে, কেবলমাত্র Cu^{2+} আয়ন ও S^{2-} আয়নের আয়নিক গুণফল CuS এর Ksp এর মানকে অতিক্রম করে কারণ CuS এর Ksp খুবই নগণ্য। অন্যদিকে ZnS এর ksp এর মান বেশি হওয়ায় Zn^{2+} ও S^{2-} আয়নের আয়নিক গুণফল Ksp কে অতিক্রম করতে পারে না তাই শুধুমাত্র CuS অধঃক্ষিপ্ত হয়।

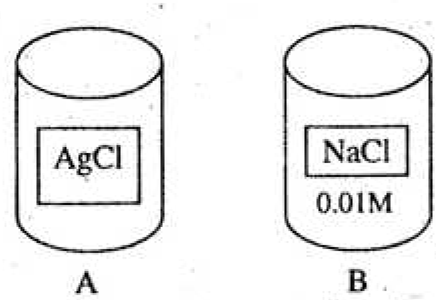
$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$
$$H_2S \rightleftharpoons 2H^+ + S^{2-}$$ [সম-আয়ন প্রভাবে বিয়োজন হ্রাস পায়]
(সামান্য)
$$Cu^{2+} + S^{2-} \longrightarrow CuS\downarrow$$
কালো অধঃক্ষেপ

অন্যদিকে ক্ষারীয় দ্রবণ ব্যবহার করে উভয় আয়ন অধঃক্ষিপ্ত করা যায়। কারণ ক্ষারীয় মাধ্যমে H_2S পর্যাপ্ত পরিমাণে আয়নিত হয় এবং CuS ও ZnS উভয়ের আয়নিক গুণফল দ্রাব্যতা গুণাঙ্ককে অতিক্রম করে এবং CuS ও ZnS অধঃক্ষিপ্ত হয়। যেমন- NH_4OH মাধ্যমে—

$$2NH_4OH + H_2S \longrightarrow (NH_4)_2s + 2H_2O$$
$$(NH_4)_2S + Zn^{2+} \longrightarrow ZnS\downarrow + 2NH_4^+$$
সাদা অধঃক্ষেপ
$$(NH_4)_2S + Cu^{2+} \longrightarrow CuS\downarrow + 2NH_4^+$$
কালো অধঃক্ষেপ

সুতরাং, বলা যায় যে, এসিডীয় মাধ্যমে শুধুমাত্র CuS অধঃক্ষিপ্ত হলেও মাধ্যম পরিবর্তন করে ক্ষারীয় মাধ্যম ব্যবহার করলে CuS ও ZnS উভয়কেই অধঃক্ষিপ্ত করা সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ১৩০ 35° তাপমাত্রায় AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল 2.458×10^{-10}



[বান্দরবান ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

ক. অরবিট কী? ১
খ. 2d অরবিটাল সম্ভব নয় কেন? ২
গ. A পাত্রের দ্রবণের দ্রাব্যতা গণনা কর। ৩
ঘ. A পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ B দ্রবণ যোগ করলে A এর দ্রাব্যতার পরিবর্তন হবে কী? কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বোর পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেকট্রনসমূহ আবর্তনের জন্য যে কতগুলো বৃত্তাকার স্থির কক্ষপথ রয়েছে তাদেরকে অরবিট বলা হয়।

খ n = 2 হলে তা দ্বিতীয় প্রধান শক্তিস্তর
এখন, n = 2 হলে
$l = (n - 1)$ ও 0
$= 1, 0$
অর্থাৎ $l = 0, 1$
আমরা জানি, $l = 0$ হলে উপশক্তিস্তর s
$l = 1$ „ „ p
ফলে ২য় প্রধান শক্তিস্তরে s ও p অরবিটাল সম্ভব। তাই 2d সম্ভব নয়।

গ ৩১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১৩১ একটি ব্যবহারিক পরীক্ষায় শিক্ষার্থীদেরকে একটি লবণ দেয়া হলো যা শিখা পরীক্ষায় সবুজ শিখা দেয়। এর সঙ্গে শিক্ষার্থীদের 'A' ও 'B' দুটি যৌগের মিশ্রণ দেয়া হলো যাদের স্ফুটনাংক যথাক্রমে 78°C ও 98°C। *[বৃন্দাবন সরকারি কলেজ, হবিগঞ্জ]*

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১

খ. "ফুড অ্যাডিটিভ প্রিজার ভেটিভস নয়" –ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দ্রবণে লবণের ধনাত্মক আয়নটি কিভাবে সনাক্ত করবে –ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. 'A' ও 'B' যৌগের মিশ্রণ হতে উপাদান দুটি পৃথক করার প্রক্রিয়া আলোচনা কর। ৪

১৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ ফুড অ্যাডিটিভ প্রিজারভেটিভ নয়। ফুড অ্যাডিটিভ বলতে সেইসব রাসায়নিক উপাদানকে বোঝায় যাদেরকে খাদ্যের স্বাদ, গন্ধ ও বর্ণ সৃষ্টির জন্য ব্যবহার করা হয়। অন্যদিকে, যেসব পদার্থ খাদ্যের সাথে পরিমিত পরিমাণে মিশিয়ে খাদ্যকে বিভিন্ন অনুজীব এর আক্রমণ থেকে রক্ষা করা হয় তাদেরকে প্রিজারভেটিভ বলা হয়। অ্যাডিটিভসমূহ খাদ্যের বর্ণ, স্বাদ ও গন্ধ সৃষ্টি করতে পারে কিন্তু খাদ্যকে অনুজীবের হাত থেকে রক্ষা করতে পারে না। তাই, অ্যাডিটিভসমূহ প্রিজারভেটিভ নয়।

গ উদ্দীপকের লবণটি শিখা পরীক্ষায় সবুজ শিখা দেয়। সুতরাং লবণটি কপারের লবণ এবং ধনাত্মক আয়নটি Cu^{2+}। দ্রবণে Cu^{2+} আয়ন শণাক্তকরণের পদ্ধতি নিচে তুলে ধরা হলো–

কপার লবণের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড ($K_4[Fe(CN)_6]$) যোগ করা হয়। লালচে বাদামি বর্ণের কপার ফেরোসায়ানাইডের ($Cu_2[Fe(CN)_6]$) অধঃক্ষেপ দ্রবণে Cu^{2+} আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

$$2CuSO_4(aq) + K_4[Fe(CN)_6](aq) \rightarrow \underset{\text{লালচে বাদামি}}{Cu_2[Fe(CN)_6](s)\downarrow} + 2K_2SO_4(aq)$$

উক্ত পরীক্ষার মাধ্যমে দ্রবণে Cu^{2+} আয়নের উপস্থিতি শণাক্ত করা যায়।

ঘ ২৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶১৩২ নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



[সরকারি আদর্শ মহিলা কলেজ, চুয়াডাঙ্গা]

ক. পরমাণুর নিউক্লিয়াস কী? ১

খ. প্রধান শক্তিস্তর ও উপশক্তিস্তরের মধ্যে পার্থক্য লিখো। ২

গ. উদ্দীপকের প্রথম মডেলটির সীমাবদ্ধতা ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. প্রথম ও দ্বিতীয় মডেলের গ্রহণযোগ্যতার একটি তুলনামূলক বিশ্লেষণ করো। ৪

১৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর কেন্দ্রে অবস্থিত ধনাত্মক চার্জযুক্ত অংশ যা পরমাণুর প্রায় সমস্ত ভর বহন করে তা-ই নিউক্লিয়াস।

খ প্রধান শক্তিস্তর ও উপশক্তিস্তরের মধ্যে পার্থক্য–

প্রধান শক্তিস্তর দ্বারা নিউক্লিয়াসের চারদিকে দ্বিমাত্রিক বৃত্তাকার পথে ইলেকট্রনের আবর্তনকে বোঝায়। অপরদিকে উপশক্তিস্তর দ্বারা নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ত্রিমাত্রিক স্থানে (x, y ও z অক্ষ বরাবর) ইলেকট্রনের আবর্তনকে বোঝায়।

বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের শক্তি ভিন্ন ভিন্ন থাকে। যেমন, শক্তির ক্রমানুসারে– $1 < 2 < 3 < 4 < 5$ একই উপস্তরের অরবিটালসমূহের শক্তি সমান। যেমন– p উপস্তরে p_x, p_y ও p_z অরবিটালত্রয়ের শক্তি একই।

গ উদ্দীপকের ১ম মডেলটি বিজ্ঞানী বাদারফোর্ড ১৯১১ সালে প্রদান করে। মডেলটি পরমাণুর গঠন বর্ণনায় অগ্রগণ্য ভূমিকা পালন করলেও এর কিছু সীমাবদ্ধতা আছে। সীমাবদ্ধতাগুলো নিচে তুলে ধরা হলো–

সীমাবদ্ধতা (Limitations): রাদারফোর্ডের α-কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষার মাধ্যমে উপনীত সিদ্ধান্তসমূহের যথেষ্ট সাফল্য এবং সত্যতা থাকলেও পরবর্তীতে বেশ কিছু ক্ষেত্রে এর সীমাবদ্ধতা পরিলক্ষিত হয়।

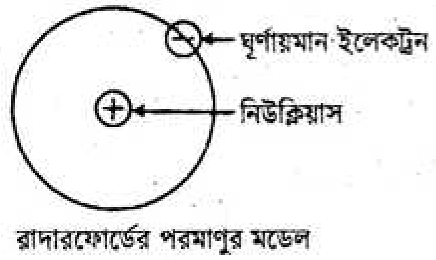
তাঁর পরীক্ষার ফলাফলের অষ্টম সিদ্ধান্তে, সৌরমণ্ডলের ন্যায় পরমাণুর যে মডেল উপস্থাপন করেছেন তার ক্ষেত্রে প্রধান সীমাবদ্ধতা বা ত্রুটিগুলো হচ্ছে–

১. সৌরমণ্ডলের গ্রহগুলো সামগ্রিকভাবে আধান নিরপেক্ষ, কিন্তু ইলেকট্রনসমূহ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত এবং পরস্পরকে স্থির বৈদ্যুতিক বল দ্বারা বিকর্ষণ করে। অপরপক্ষে, সৌরমণ্ডলের গ্রহগুলো পরস্পর পরস্পরকে মহাকর্ষ বল দ্বারা আকর্ষণ করে। তাই গ্রহগুলোর সাথে ইলেকট্রনের তুলনা করা যুক্তিসঙ্গত নয়।

২. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলের ক্ষেত্রে পরমাণুর নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনের মধ্যে রয়েছে স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল। এখানে নিউক্লিয়াস ধনাত্মক এবং ইলেকট্রন ঋণাত্মক কণিকা। কিন্তু সৌর মডেলের ক্ষেত্রে সৌরজগতে এরূপ কোনো স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বলের অস্তিত্ব পাওয়া যায় না।

৩. ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে, পরমাণু নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেকট্রনগুলোর ঘূর্ণনকালে শক্তির বিকিরণ ঘটবে। কারণ কোনো চার্জযুক্ত বস্তু বা কণা কোনো বৃত্তাকার পথে ঘুরলে তা ক্রমাগতভাবে তার শক্তিকে বিকিরণ করবে এবং তার আবর্তনে চক্রটিও ধীরে ধীরে কমতে থাকবে। ফলে ইলেকট্রনের গতিশক্তির হ্রাস ঘটবে এবং ইলেকট্রনের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ কমতে কমতে কোনো একসময় নিউক্লিয়াসের মধ্যে এর পতন ঘটবে। প্রকৃত অর্থে, পরমাণু হতে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ বা ইলেকট্রনসমূহের নিউক্লিয়াসে পতন কখনোই ঘটে না।

এই অবস্থায় রাদারফোর্ড-এর পরমাণু মডেলের কোনো অস্তিত্ব থাকবে না। সুতরাং এরূপ মডেলের স্থায়িত্ব সম্বন্ধে গভীর সংশয় থেকে যায়। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণুর স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করা যায় না।



রাদারফোর্ডের পরমাণুর মডেল



আবর্তনশীল ইলেকট্রনের সম্ভাব্য ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ ও নিউক্লিয়াসে পতন

৪. রাদারফোর্ড তাঁর পরমাণু মডেলে শোষিত ও বিকিরণ বর্ণালির সুস্পষ্ট কোনো ব্যাখ্যা প্রদান করেন নি। শক্তির বিকিরণ অবিচ্ছিন্নভাবে ঘটে, তাই পরমাণুর বর্ণালিতে সৃষ্ট রেখাসমূহ অবিচ্ছিন্ন হওয়া স্বাভাবিক। কিন্তু বর্ণালিতে সৃষ্ট রেখাসমূহ বিচ্ছিন্ন ও বেশ উজ্জ্বল হয়।

ঘ ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৩৩ একটি মৌলের যোজ্যতাস্তরের ইলেকট্রনগুলোর কোয়ান্টাম সংখ্যাসমূহের মান নিম্নরূপ :

n	*l*	m	S
2	0	0	$+\frac{1}{2}$
2	0	0	$-\frac{1}{2}$
2	1	+1	$+\frac{1}{2}$
2	1	–1	$+\frac{1}{2}$

[সরকারি সুন্দরবন আদর্শ কলেজ, খুলনা]

ক. সেমি মাইক্রো অ্যানালাইসিস কী? ১

খ. ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা ক্লোরিন অপেক্ষা বেশি কেন? ২

গ. দেখাও যে, উদ্দীপকের মৌলটি হুন্ডের নিয়ম মেনে চলে। ৩

ঘ. মৌলটিতে আরও দুটি ইলেকট্রন থাকলে সেগুলির কোয়ান্টাম সংখ্যাসমূহের মান কিরূপ হতো? ব্যাখ্যা কর। ৪

১৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে অজৈব গুণগত বিশ্লেষণে পরীক্ষণীয় নমুনা পদার্থের 0.05g থেকে 0.2g ব্যবহার করা হয় এবং দ্রবণের পরিমাণ 2-4 mL হয়ে থাকে তাকে সেমি মাইক্রো বিশ্লেষণ বলে।

খ তড়িৎ ঋণাত্মকতা একটি পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম। কোনো মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা পরমাণুর আকার হ্রাসের সাথে এবং নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়। ফ্লোরিন পরমাণুর আকার ক্লোরিন পরমাণুর আকারের চেয়ে ছোট হওয়ায় ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা (পাউলিং স্কেল অনুসারে 4.0) ক্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার (পাউলিং স্কেল অনুসারে 3.0) চেয়ে বেশি হয়। কারণ পরমাণুর আকার যতো ছোট হয়, নিউক্লিয়াস দ্বারা পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ ততো বেশি তীব্রভাবে আকর্ষিত হয় এবং এর ফলে তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানও বেশি হয়।

গ উদ্দীপকের মৌলটি হচ্ছে কার্বন (C)। উদ্দীপকের মৌলটি অর্থাৎ কার্বনের ইলেকট্রন বিন্যাস হুন্ডের নীতি অনুসরণ করে। নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল–

উদ্দীপকের কোয়ান্টাম সংখ্যার সেটকে বক্স পদ্ধতিতে প্রকাশ করলে আমরা পাই,

↓↑		↑	↑	
2s			2p	

হুন্ডের নীতি অনুযায়ী, একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে অবস্থান করবে যেন তারা সর্বাধিক সংখ্যায় অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে। এই সব অযুগ্ম ইলেকট্রনের স্পিন একইমুখী হবে।

উদ্দীপকের মৌল কার্বনের তৃতীয় ও চতুর্থ ইলেকট্রনদ্বয় 2s অরবিটালে প্রবেশ করে। পঞ্চম ইলেকট্রনটি $2p_x$ অরবিটালে প্রবেশ করে এবং ষষ্ঠ ইলেকট্রনটি $2p_x$ এ প্রবেশ না করে $2p_y$ তে প্রবেশ করে এবং দুটি অযুগ্ম ইলেকট্রনের স্পিন একইমুখী হয়। সুতরাং, কার্বনের ইলেকট্রন বিন্যাস হুন্ডের নীতি অনুসরণ করে।

ঘ মৌলটিতে আরো দুটি ইলেকট্রন থাকলে সেগুলির কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো–

মৌলটি হচ্ছে কার্বন যাতে ছয়টি ইলেকট্রন আছে। ইলেকট্রন বিন্যাস–

C(6) :	↑↓	↑↓	↑	↑	
	1s	2s		2s	

আরো দুটি ইলেকট্রন থাকলে অর্থাৎ ৪টি ইলেকট্রন থাকলে সপ্তম ইলেকট্রনটি হুন্ডের নীতি অনুযায়ী সেটি $2p_z$ এ প্রবেশ করবে এবং স্পিন হবে পূর্ববর্তী $2p_x$ ও $2p_y$ অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রনদ্বয়ের সাথে একই মুখী। আবার অষ্টম ইলেকট্রনটি $2p_x$ এ প্রবেশ করে এবং স্পিন হয় আগের ইলেকট্রনটির বিপরীত। সুতরাং, সপ্তম ও অষ্টম ইলেকট্রন দুটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নিম্নরূপ :

n	*l*	m	s
2	1	0	$+\frac{1}{2}$
2	1	+ 1	$-\frac{1}{2}$

দ্বিতীয় অধ্যায় : গুণগত রসায়ন

৮৩. ইলেকট্রনের প্রকৃত চার্জ কত? [জ্ঞান]
ক $-1.6 \times 10^{-19}C$ খ $1.6 \times 10^{-19}C$
গ +1 ঘ –1 ক

৮৪. প্রোটনের তুলনায় ইলেকট্রনের ভর— [অনুধাবন]
ক 1837 খ 1
গ $\frac{1}{1837}$ ঘ 9.11×10^{-28} গ

৮৫. নিচের কোনটি কম্পোজিট কণিকা? [জ্ঞান]
ক মেসন খ ডিউটেরন
গ নিউট্রনো ঘ পাইওন ঘ

৮৬. নিচের কোনটি পরস্পরের আইসোটোন? /পুলিশ লাইন্স স্কুল অ্যান্ড কলেজ, বগুড়া/[অনুধাবন]
ক ${}^{2}_{1}H, {}^{3}_{1}H$ খ ${}^{3}_{1}H, {}^{3}_{2}H$
গ ${}^{82}_{35}Br,$ ঘ ${}^{13}_{6}C, {}^{14}_{7}N$ ঘ

৮৭. ইলেকট্রনের প্রকৃত ভর কত? [জ্ঞান]
ক $9.11 \times 10^{-28}g$ খ $1.672 \times 10^{-24}g$
গ $9.11 \times 10^{-31}kg$ ঘ ক + গ ঘ

৮৮. নিচের কোনটি স্থায়ী মূল কণিকা? [জ্ঞান]
ক α কণা খ পজিট্রন
গ ডিউটেরন ঘ নিউট্রন ঘ

৮৯. কোন মতবাদে পরমাণুকে সৌর জগতের সাথে তুলনা করা হয়েছে? /ঢাকা বোর্ড-২০১৫/[অনুধাবন]
ক তরঙ্গ বলবিদ্যা পরমাণু মডেল
খ বোর পরমাণু মডেল
গ বোর-সমারফিল্ড পরমাণু মডেল
ঘ রাদারফোর্ডের পরমাণু ঘ

৯০. α কণা কোনটি? [অনুধাবন]
ক H_2^+ খ HC^{4+}
গ He^{2+} ঘ $2He^+$ গ

৯১. রাদারফোর্ডের স্বর্ণপাত বীক্ষণ পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফলাফল কোনটি? [অনুধাবন]
ক সব α- কণাই পাত দ্বারা বিক্ষেপিত হয়
খ সব α- কণাই সরাসরি পাতের মধ্য দিয়ে অতিক্রম করে
গ অধিকাংশ α- কণা পাত দ্বারা বিক্ষেপিত হয়
ঘ খুব অল্প সংখ্যক α- কণা পাত দ্বারা বিক্ষেপিত হয় ঘ

৯২. কোন মূল কণিকা নিউক্লিয়নসমূহের এক সাথে থাকার জন্য দায়ী? [অনুধাবন]
ক অ্যান্টিপ্রোটন খ পজিট্রন
গ মেসন ঘ ইলেকট্রন গ

৯৩. 2000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ফোটনের শক্তি এবং 4000Å তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ফোটনের শক্তির অণুপাত হল— [অনুধাবন]
ক 1 খ $\frac{1}{2}$
গ 3 ঘ 2 ঘ

৯৪. ইলেকট্রনের তরঙ্গ ধর্ম অনুসারে কোনটি ঠিক? (প্রয়োগ)
ক $m = \frac{h}{\lambda}$ খ $h\nu = c^2$
গ $mc = \frac{h}{\lambda}$ ঘ $\lambda = h \times mv$ ঘ

৯৫. প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবকের মান কত? (জ্ঞান)
ক $6.626 \times 10^{-34}J^{-1}$ খ $6.626 \times 10^{34}J^{-1}$
গ $6.626 \times 10^{-24}J^{-1}$ ঘ $6.626 \times 10^{24}J^{-1}$ ক

৯৬. কোনটি বোরের তত্ত্ব অনুযায়ী চতুর্থ কক্ষের একটি ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ? [জ্ঞান]
ক $\frac{h}{2\pi}$ খ $\frac{2h}{\pi}$
গ $\frac{3h}{2\pi}$ ঘ $\frac{3h}{\pi}$ খ

৯৭. কৌণিক ভরবেগ বিষয়ক মতবাদ হতে পাওয়া যায় কোনটি? /সৈয়দ আবুল হোসেন কলেজ, খোয়াজপুর, মাদারীপুর/ [অনুধাবন]
ক $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ খ $mv = \frac{h}{2\pi}$
গ $mv = \frac{h}{\lambda}$ ঘ $mc = \frac{h}{\lambda}$ ক

৯৮. কোয়ান্টাম সংখ্যা বলা হয় কয়টি রাশিকে? (জ্ঞান)
ক ১টি খ ২টি
গ ৩টি ঘ ৪টি ঘ

৯৯. নিম্নের কোনটি সঠিক? /লালমনিরহাট সরকারি কলেজ, লালমনিরহাট/[অনুধাবন]
ক $n=1, l=2, m=0, s= {}^{+1}/_2$
খ $n=3, l=2, m=1, s= {}^{-1}/_2$
গ $n=3, l=2, m= +2, s= {}^{+1}/_2$
ঘ $n=1, l=2, m=0, s= {}^{-1}/_2$ খ

১০০. নিম্নের কোন কোয়ান্টাম সেটটি পরমাণুর একটি ইলেকট্রনের জন্য সম্ভব নয়? /রাজশাহী বোর্ড-২০১৫/ [অনুধাবন]
ক $n = 2, l = 2, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
খ $n = 3, l = 1, m = 2, s = -\frac{1}{2}$
গ $n = 1, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$
ঘ $n = 2, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ ক

১০১. নিচের কোন সূত্রের সাহায্যে একটি উপস্তরের মোট ইলকট্রন সংখ্যা গণনা করা যায়? /কুমিল্লা বোর্ড-২০১৫/ [প্রয়োগ]
ক $2n^2$ খ $(2l+1)$
গ $2(2l+1)$ ঘ $(n+1)$ গ

১০২. কোন অরবিটালের অভিবিন্যাস প্রকাশকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা হল? [জ্ঞান]
ক n খ l
গ m_l ঘ m_s গ

১০৩. নিম্নের কোনটি নির্ভুল কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নয়— [অনুধাবন]
ক) $n = 2, l = 1, = 0$ এবং $s = -\frac{1}{2}$
খ) $n = 2, l = 1, = -1$ এবং $s = -\frac{1}{2}$
গ) $n = 3, l = 0, = 0$ এবং $s = \frac{1}{2}$
ঘ) $n = 3, l = 2, = 3$ এবং $s = -\frac{1}{2}$ — ঘ

১০৪. 5d অরবিটালের একটি ইলেকট্রনের n এবং m এর সম্ভাব্য মান কত? [মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা] [প্রয়োগ]
ক) n = 1, 2, 3, 4 অথবা 5 এবং m = 2
খ) n = 1, 2, 3, 4 অথবা 5 এবং m = −2, −1, 0, +1, +2
গ) n = 5 এবং m = 2
ঘ) n = 5 এবং m = −2, −1, 0, +1, +2 — ঘ

১০৫. Cr পরমাণুর সর্ববহিস্থ অরবিটালের ইলেকট্রনের ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6 3d^5 4s^1$) কোন চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা সঠিক? (অনুধাবন)
ক) $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
খ) $n = 5, l = 2, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
গ) $n = 4, l = 1, m = 1, s = -\frac{1}{2}$
ঘ) $n = 4, l = 0, m = 1, s = -\frac{1}{2}$ — ক

১০৬. 4f উপস্তরে চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা কতটি? (প্রয়োগ)
ক) 3 খ) 4
গ) 5 ঘ) 7 — ঘ

১০৭. আউফবাউ নীতিতে কোনটি সঠিক? [অনুধাবন] [ইসলামিয়া বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ, চট্টগ্রাম]
ক) 3p<4s<3d<4p<5s<4d
খ) 3p<3d<4s<4p<4d<5s
গ) 3p>4s>3d>4p>4d>5s
ঘ) 3p>3d>4s>5s>4p>4d — ক

১০৮. হুন্ডের সূত্রের ব্যতিক্রম কোন অরবিটাল? (জ্ঞান)
ক) s খ) p
গ) d ঘ) f — ক

১০৯. হুন্ডের নীতি অনুসারে ইলেকট্রন বিন্যাস নয় কোনটি? (অনুধাবন) [রাজশাহী বোর্ড-২০১৫]
ক) P (15) খ) Pd (46)
গ) Mo(42) ঘ) Cr(24) — খ

১১০. পরমাণুতে চৌম্বকক্ষেত্র তৈরি হয় কীভাবে? (জ্ঞান)
ক) ইলেকট্রন ও প্রোটনের আকর্ষণে
খ) ইলেকট্রনের ঘূর্ণনে,
গ) প্রোটন ও নিউট্রনের আকর্ষণে
ঘ) প্রোটনের ঘূর্ণনে — ক

১১১. ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা কী নির্দেশ করে? (জ্ঞান)
ক) ইলেকট্রনের ঘূর্ণন খ) প্রোটনের ঘূর্ণন
গ) নিউট্রনের ঘূর্ণন ঘ) পরমাণুর ঘূর্ণন — ক

১১২. কোনটি সম্ভব? (অনুধাবন)
ক) 1p খ) 2f
গ) 5f ঘ) 3f — গ

১১৩. রঙিন বর্ণালী সৃষ্টি হয় কেন? [বাঁশখালী সরকারী কলেজ, চট্টগ্রাম]
ক) ইলেকট্রনগুলো পূর্ববর্তী শক্তিস্তরে ফিরে আসে
খ) ইলেকট্রনগুলো পরবর্তী শক্তিস্তরে ফিরে আসে
গ) ইলেকট্রনের শক্তি শোষণ
ঘ) ইলেকট্রনের বেগের কারণ — ক

১১৪. UV-রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? (জ্ঞান)
ক) <320nm খ) <350 nm
গ) <540 nm ঘ) < 630 nm — খ

১১৫. জাল টাকা সনাক্তকরণে কোন তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্মি ব্যবহৃত হয়? [চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫] [জ্ঞান]
ক) IR খ) UV
গ) Radio wave ঘ) Vissible Ray — খ

১১৬. কোনটি রক্তে O_2 এর পরিমাণ বাড়ায়? (জ্ঞান)
ক) Ultra voiolet Ray খ) দৃশ্যমান আলো
গ) IR ঘ) বিকিরিত আলোক — গ

১১৭. রক্তের হিমোগ্লোবিনে অক্সিজেন পরিমাপ করা যায়— [সিলেট বোর্ড-২০১৫] [জ্ঞান]
ক) FIR খ) NIR
গ) MRI ঘ) UV-ray — খ

১১৮. নিম্নের কোন লবণটি শিখা পরীক্ষায় বেগুণী রং দেখাবে? (জ্ঞান)
ক) NaCl খ) KCl
গ) $SrCl_2$ ঘ) $Ba(NO_3)_2$ — খ

১১৯. শিখা পরীক্ষায় কোন মৌলটি সোনালী হলুদ শিখা প্রদর্শন করে? [ঢাকা বোর্ড-২০১৫] [জ্ঞান]
ক) কপার খ) ক্যালসিয়াম
গ) পটাসিয়াম ঘ) সোডিয়াম — ঘ

১২০. শিখা পরীক্ষায় K^+ আয়নের বর্ণ কিরূপ? [দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫] [অনুধাবন]
ক) বেগুনী খ) নীল
গ) লাল ঘ) সোনালী হলুদ — ক

১২১. কোনটি অল্প দ্রবণীয় লবণের উদাহরণ নয়? (জ্ঞান)
ক) AgCl খ) $BaSO_4$
গ) $PbSO_4$ ঘ) PbS — ঘ

১২২. $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ এর ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থা ধ্রুবক কোনটি? (প্রয়োগ)
ক) $K = \frac{[AgCl]}{[Ag^+][Cl^-]}$ খ) $K = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]}$
গ) $K = [Ag^+][Cl^-]$
ঘ) $K = [Ag^+][Cl^-] \times [AgCl]$ — খ

১০৩. নিম্নের কোনটি নির্ভুল কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নয়— [অনুধাবন]

ক $n = 2, l = 1, = 0$ এবং $s = -\frac{1}{2}$

খ $n = 2, l = 1, = -1$ এবং $s = -\frac{1}{2}$

গ $n = 3, l = 0, = 0$ এবং $s = \frac{1}{2}$

ঘ $n = 3, l = 2, = 3$ এবং $s = -\frac{1}{2}$ — ঘ

১০৪. 5d অরবিটালের একটি ইলেকট্রনের n এবং m এর সম্ভাব্য মান কত? /মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা/[প্রয়োগ]

ক n = 1, 2, 3, 4 অথবা 5 এবং m = 2

খ n = 1, 2, 3, 4 অথবা 5 এবং m = −2, −1, 0, +1, +2

গ n = 5 এবং m = 2

ঘ n = 5 এবং m = −2, −1, 0, +1, +2 — ঘ

১০৫. Cr পরমাণুর সর্ববহিস্থ অরবিটালের ইলেকট্রনের ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$) কোন চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা সঠিক? (অনুধাবন)

ক $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

খ $n = 5, l = 2, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

গ $n = 4, l = 1, m = 1, s = -\frac{1}{2}$

ঘ $n = 4, l = 0, m = 1, s = -\frac{1}{2}$ — ক

১০৬. 4f উপস্তরে চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা কতটি? (প্রয়োগ)

ক 3 খ 4

গ 5 ঘ 7 — ঘ

১০৭. আউফবাউ নীতিতে কোনটি সঠিক? [অনুধাবন] /ইসলামিয়া বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ, চট্টগ্রাম/

ক 3p<4s<3d<4p<5s<4d

খ 3p<3d<4s<4p<4d<5s

গ 3p>4s>3d>4p>4d>5s

ঘ 3p>3d>4s>5s>4p>4d — ক

১০৮. হুন্ডের সূত্রের ব্যতিক্রম কোন অরবিটাল? (জ্ঞান)

ক s খ p

গ d ঘ f — ক

১০৯. হুন্ডের নীতি অনুসারে ইলেকট্রন বিন্যাস নয় কোনটি? (অনুধাবন) /রাজশাহী বোর্ড-২০১৫/

ক P (15) খ Pd (46)

গ Mo(42) ঘ Cr(24) — খ

১১০. পরমাণুতে চৌম্বকক্ষেত্র তৈরি হয় কীভাবে? (জ্ঞান)

ক ইলেকট্রন ও প্রোটনের আকর্ষণে

খ ইলেকট্রনের ঘূর্ণনে,

গ প্রোটন ও নিউট্রনের আকর্ষণে

ঘ প্রোটনের ঘূর্ণনে — ক

১১১. ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা কী নির্দেশ করে? (জ্ঞান)

ক ইলেকট্রনের ঘূর্ণন খ প্রোটনের ঘূর্ণন

গ নিউট্রনের ঘূর্ণন ঘ পরমাণুর ঘূর্ণন — ক

১১২. কোনটি সম্ভব? (অনুধাবন)

ক 1p খ 2f

গ 5f ঘ 3f — গ

১১৩. রঙিন বর্ণালী সৃষ্টি হয় কেন? /গভঃ সরকারী কলেজ, চট্টগ্রাম/

ক ইলেকট্রনগুলো পূর্ববর্তী শক্তিস্তরে ফিরে আসে

খ ইলেকট্রনগুলো পরবর্তী শক্তিস্তরে ফিরে আসে

গ ইলেকট্রনের শক্তি শোষণ

ঘ ইলেকট্রনের বেগের কারণ — ক

১১৪. UV-রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? (জ্ঞান)

ক <320nm খ <350 nm

গ <540 nm ঘ < 630 nm — খ

১১৫. জাল টাকা সনাক্তকরণে কোন তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্মি ব্যবহৃত হয়? /চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫/ [জ্ঞান]

ক IR খ UV

গ Radio wave ঘ Vissible Ray — খ

১১৬. কোনটি রক্তে O_2 এর পরিমাণ বাড়ায়? (জ্ঞান)

ক Ultra voiolet Ray খ দৃশ্যমান আলো

গ IR ঘ বিকিরিত আলোক — গ

১১৭. রক্তের হিমোগ্লোবিনে অক্সিজেন পরিমাপ করা যায়— /সিলেট বোর্ড-২০১৫/ [জ্ঞান]

ক FIR খ NIR

গ MRI ঘ UV-ray — খ

১১৮. নিম্নের কোন লবণটি শিখা পরীক্ষায় বেগুনী রং দেখাবে? (জ্ঞান)

ক NaCl খ KCl

গ $SrCl_2$ ঘ $Ba(NO_3)_2$ — খ

১১৯. শিখা পরীক্ষায় কোন মৌলটি সোনালী হলুদ শিখা প্রদর্শন করে? /ঢাকা বোর্ড-২০১৫/ [জ্ঞান]

ক কপার খ ক্যালসিয়াম

গ পটাসিয়াম ঘ সোডিয়াম — ঘ

১২০. শিখা পরীক্ষায় K^+ আয়নের বর্ণ কিরূপ? /দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫/ [অনুধাবন]

ক বেগুনী খ নীল

গ লাল ঘ সোনালী হলুদ — ক

১২১. কোনটি অল্প দ্রবণীয় লবণের উদাহরণ নয়? (জ্ঞান)

ক AgCl খ $BaSO_4$

গ $PbSO_4$ ঘ PbS — ঘ

১২২. $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$ এর ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থা ধ্রুবক কোনটি? (প্রয়োগ)

ক $K = \frac{[AgCl]}{[Ag^+][Cl^-]}$ খ $K = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{[AgCl]}$

গ $K = [Ag^+][Cl^-]$

ঘ $K = [Ag^+][Cl^-] \times [AgCl]$ — খ

১২৩. দ্রাবক হিসেবে কোনটি ব্যবহৃত হয় না? (প্রয়োগ)
(ক) ঠান্ডা পানি (খ) চুন
(গ) গরম পানি (ঘ) লঘু HCl
উত্তর: (খ)

১২৪. Fe^{3+} আয়ন সনাক্তকরণে কোন যৌগের অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়? (প্রয়োগ)
(ক) $Fe[Fe(CN)_6]$ (খ) $K[Fe(CN)_6]$
(গ) $K_2Fe[Fe(CN)_6]$ (ঘ) KCl
উত্তর: (ঘ)

১২৫. Ca^{2+} আয়ন সনাক্তকরণে কোন গ্যাস চালানো হয়? (প্রয়োগ)
(ক) O_2 (খ) H_2
(গ) H_2S (ঘ) CO_2
উত্তর: (গ)

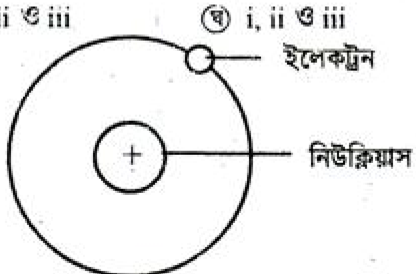
১২৬. নেসলার দ্রবণ ও NH_3 সহযোগে বাদামী অধঃক্ষেপের সংকেত হলো — [নিয়াজ স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর] (উচ্চতর দক্ষতা)
(ক) $NH_4[Hg_2I_3]$ (খ) HgI_2
(গ) $CU_2[Fe(CN)_6]$ (ঘ) $NH_2[Hg_2I_3]$
উত্তর: [illegible]

১২৭. দ্রবণে NH_4^+ আয়নের সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় — [কিশোরগঞ্জ সরকারি মহিলা কলেজ, কিশোরগঞ্জ] [অনুধাবন]
(ক) অক্সালিক এসিড (খ) নেসলার দ্রবণ
(গ) ভিটামিন (ঘ) ফেনটন দ্রবণ
উত্তর: (খ)

১২৮. আংশিক পাতনে ব্যবহৃত হয় কোনটি? (জ্ঞান)
(ক) অংশ কলাম (খ) ফিউম কাপ বোর্ড
(গ) শীতক (ঘ) CMD
উত্তর: (ক)

১২৯. K_D এর মান কীরূপ হলে দ্রাবক নিষ্কাশন ভালো হয়? (অনুধাবন)
(ক) 100 এর কাছাকাছি (খ) 50 এর কাছাকাছি
(গ) 1 এর নিচে (ঘ) 100
উত্তর: (ক)

১৩০. ∝-কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষায় পর্যবেক্ষণ — [ইসলামিয়া বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ, চট্টগ্রাম] [প্রয়োগ]
i. সকল ∝ কণার গতিবেগ বেঁকে যায়
ii. ZnS পর্দাকে আলোকিত করে
iii. প্রায় সকল ∝ কণাই পাত ভেদ করে সোজাসুজি চলে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
উত্তর: (খ)

১৩১.


মডেলটিতে— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. ইলেকট্রন সংখ্যা নিউট্রন সংখ্যার সমান
ii. প্রোটনের উপস্থিতি α-কণার গতিপথ পরিবর্তনে দায়ী
iii. ইলেকট্রন ও প্রোটনের চার্জ সমান ও বিপরীতধর্মী হওয়া পরমাণুর চার্জশূন্যতার কারণ
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
উত্তর: (গ)

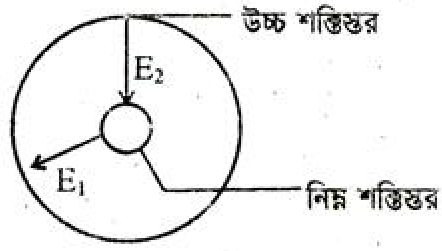
১৩২. বোর পরমাণু মতবাদ বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে— [চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫] [অনুধাবন]
i. একটি মাত্র প্রোটনবিশিষ্ট আয়নের
ii. এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট আয়নের
iii. এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণু
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
উত্তর: (গ)

১৩৩.

n\l	0	1	2	3
4	4s	4p	4d	4f
3	3s	3p	3d	
2	2s	2p		
1	1s			

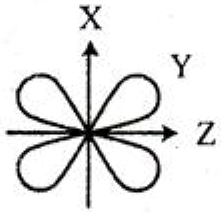
প্রদত্ত বিন্যাসটিতে— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. উপশক্তিস্তরগুলো কোয়ান্টাম বলবিদ্যা অনুসরণ করে
ii. শক্তি ক্রম : 1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s 4p 4d 4f
iii. শক্তি ক্রম: 1s 2s 3s 3p 4s 3d 4p 4d 4f
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
উত্তর: (খ)

১৩৪. প্ল্যাঙ্কের সমীকরণের প্রকাশ হলো— [অনুধাবন]
i. $mur = \frac{nh}{2\pi}$ ii. $E = h\nu$
iii. $\Delta E = h\frac{c}{\lambda}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
উত্তর: (গ)

১৩৫.


এক্ষেত্রে— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. $\Delta E = E_2 - E_1$ ii. $\Delta E = h\nu$
iii. $\Delta E = E_1 - E_2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
উত্তর: (ক)

১৩৬. ক্লোরিন পরমাণুর যে অরবিটালের ক্ষেত্রে $n + l = 3$ হবে— [অনুধাবন]
i. 2p   ii. 3p
iii. 3s
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (খ)

১৩৭. 

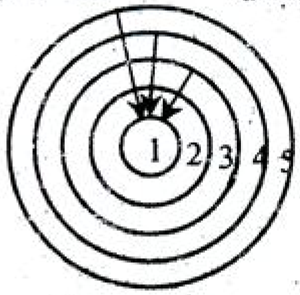
; গঠনটিতে —— [উচ্চতর দক্ষতা]
i. d_{xy} অরবিটাল এর আকৃতি
ii. $m = -2$
iii. যখন $\ell = 2$ তখন $m = 4$
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (ক)

১৩৮. আউফবাউ নীতি অনুসারে— (অনুধাবন)
i. 5s অরবিটালের জন্য $n = 5$ ও $\ell = 0$ $\therefore n + \ell = 5$
ii. 4d অরবিটালের জন্য $n = 4$ ও $\ell = 2$ $\therefore n + \ell = 6$
iii. 4p অরবিটালের জন্য $n = 4$ ও $\ell = 1$ $\therefore n + \ell = 5$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (ঘ)

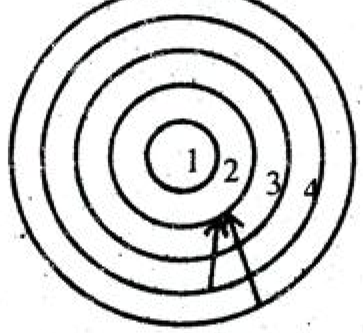
১৩৯. 19-পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলের জন্য— (অনুধাবন)
i. সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d শক্তিস্তরে উপস্থিত
ii. 4s শক্তিস্তর পরিপূর্ণ নয়
iii. শক্তি ক্রম: $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (গ)

১৪০. Ne (10)–এর ইলেকট্রন বিন্যাস— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
ii. [1] [⇅] [⇅ | ⇅ | ⇅]
iii. [⇅] [⇅] [⇅ | ⇅ | ⇅]
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (খ)

১৪১. $_2$He এর ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতি অনুসারে— (অনুধাবন)
I. $n = 1, \ell = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$
2. $n = 1, \ell = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$; হলে—
i. প্রধান কোয়াটাম সংখ্যা একই
ii. সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা একই
iii. ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা ভিন্ন
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (ঘ)

১৪২. 

মডেলটিতে— [প্রয়োগ]
i. সিরিজটি ল্যাইম্যান সিরিজ
ii. 1905 সালে লাইম্যান এ পরীক্ষাটি করেন
iii. উচ্চ শক্তিস্তর হতে ১ম শক্তিস্তরে বিকিরণের মাধ্যমে ফিরে আসে
নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (ঘ)

১৪৩. 

; মডেলটিতে — [প্রয়োগ]
i. ইলেকট্রন সমূহ শক্তি বিকিরণের মাধ্যমে ২য় শক্তিস্তরে ফিরে আসে
ii. বর্ণালী সমূহকে বামার সিরিজ বলা হয়
iii. লাইম্যান এই বর্ণালী পরীক্ষা করেন
নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (ক)

১৪৪. Al^{3+} আয়নের সনাক্তকরণে— (অনুধাবন)
i. সাদা রঙের অধঃক্ষেপ পড়ে
ii. কালো রঙের অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হয়
iii. $Al(OH)_3$+গাঢ় $NaOH \rightarrow NaAlO_2$ (দ্রবণ) + $2H_2O$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii   খ) i ও iii
গ) ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii   (খ)

১৪৫. Fe^{2+} আয়নের সনাক্তকরণে— (প্রয়োগ)

i. $K_4[Fe(CN)_6]$ যোগে নীল (হালকা) অধঃক্ষেপ পড়ে

ii. $FeCl_2 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow 2KCl + K_2Fe[Fe(CN)_6]$

iii. $K_2Fe[Fe(CN)_6]$ এর বর্ণ হালকা নীল

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

১৪৬. Zn^{2+} আয়ন সনাক্তকরণে— (প্রয়োগ)

i. H_2S গ্যাস চালনায় সাদা রঙের, ZnS এর অধঃক্ষেপ পড়ে

ii. $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2S$ এর বর্ণ সাদা রঙের

iii. নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ Zn^{2+} এর উপস্থিতি নিশ্চিত করে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

১৪৭. পাতন প্রক্রিয়ায় — (প্রয়োগ)

i. দুটি পদার্থের স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্য বেশি হলে আংশিক পাতন পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়

ii. নিম্ন স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট পদার্থের পৃথকীকরণে ঋণাত্মক চাপে পাতন করা হয়

iii. স্ফুটনাঙ্কের পার্থক্য কম হলে আংশিক পাতন পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **গ**

১৪৮. বণ্টন গুণাংক — (অনুধাবন)

i. বণ্টন গুণাংক $= \dfrac{\text{A দ্রাবকে দ্রবের ঘনমাত্রা}}{\text{B দ্রাবকে দ্রবের ঘনমাত্রা}}$

ii. এটি সাম্যাবস্থায় নির্ণিত হয়

iii. বণ্টনগুণাংকের মান 50 এর কাছাকাছি থাকলে ভালো হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

ছকটি দেখে ১৪৯ ও ১৫০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

শেল	প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা
X	3	0, 1, 2
Y	4	0, 1, 2, 3

১৪৯. উদ্দীপকের Y শেলে মোট চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা কয়টি? (অনুধাবন)

ক 18 খ 16

গ 9 ঘ 32 **খ**

১৫০. উদ্দীপকের X কক্ষপথে— (প্রয়োগ)

i. কোন d অরবিটাল থাকতে পারে না

ii. ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা মোট ইলেকট্রনের অর্ধেক হবে

iii. 3p শেলে তিনটি ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা থাকবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **গ**

এই তথ্যের আলোকে ১৫১ এবং ১৫২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



১৫১. স্থানান্তরটির ফলে যে বর্ণালী সিরিজ উৎপন্ন হয় তা হচ্ছে— *[কুমিল্লা বোর্ড-২০১৩]* [অনুধাবন]

ক লাইমেন খ বামার

গ প্যাশেন ঘ ব্রাকেট **খ**

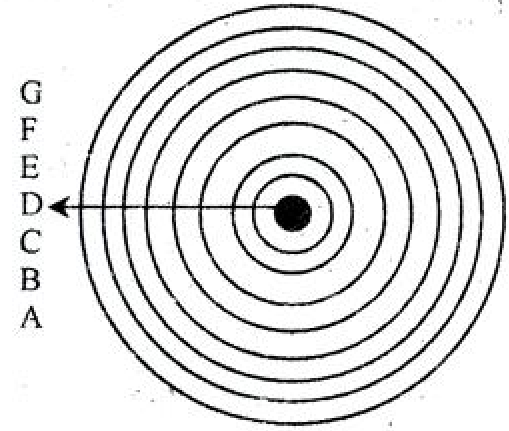
১৫২. উক্ত স্থানান্তরটি তড়িৎচুম্বকীয় বিকিরণের যে অঞ্চলে ঘটে তা হচ্ছে— *[কুমিল্লা বোর্ড-২০১৩]* [প্রয়োগ]

ক X-ray অঞ্চল খ দৃশ্যমান অঞ্চল

গ অবলোহিত অঞ্চল

ঘ রেডিও ওয়েভস অঞ্চল **খ**

চিত্রটি দেখে ১৫৩ ও ১৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্র : H_2 বর্ণালী

১৫৩. E তে সৃষ্ট সিরিজটি কোনটি? (অনুধাবন)
ক) বামার সিরিজ খ) ব্রাকেট সিরিজ
গ) প্যাশ্চেন সিরিজ ঘ) ফান্ড সিরিজ **ঘ**

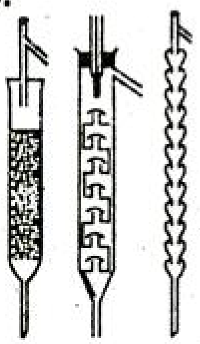
১৫৪. ইলেকট্রন যদি D থেকে B তে ফিরে আসে—
i. বিকিরণ রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হবে 486.27nm
ii. প্যাশ্চেন সিরিজের উৎপত্তি হবে
iii. বিকিরণের বর্ণ আসমানী হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii **খ**

উদ্দীপকটি পড়ে ১৫৫ ও ১৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
মিশু ইসলামী ব্যাংক নিয়োগ পরীক্ষায় মৌখিক পরীক্ষায় দিতে গেলে তাকে ৫টি পাঁচশত টাকার নোট দিয়ে এগুলোর মধ্যে কোনটি জাল সেটি বের করতে বলল। এতে সে 350nm চেয়ে ছোট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রশ্মি ব্যবহার করল এবং রশ্মির অনুপ্রভা সৃষ্টির মাধ্যমে পরীক্ষায় কৃতকার্য হল।

১৫৫. মিশুর ব্যবহৃত আলোক রশ্মিটি কোনটি?
ক) অতিবেগুনী রশ্মি খ) অবলোহিত রশ্মি
গ) এক্সরে ঘ) গামা রশ্মি **ক**

১৫৬. মিশুর ব্যবহৃত পরীক্ষা — (প্রয়োগ)
i. শোষণ এবং দৃশ্যমান বিকীরণের পার্থক্য দেখা যায়
ii. প্রকৃত নোটে শক্তি শোষিত হলে উত্তেজিত অবস্থায় উপনীত হয়
iii. বিভিন্ন মুদ্রার ক্ষেত্রে অনুপ্রভা নির্দিষ্ট ও বৈশিষ্ট্যমূলক হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii **ঘ**

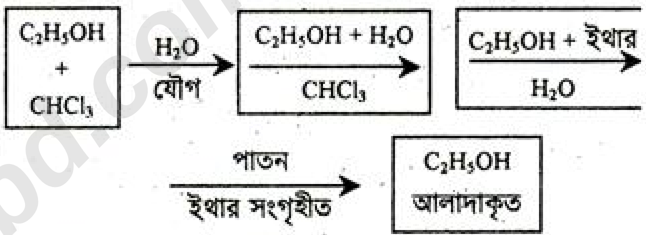
নিচের চিত্রগুলো লক্ষ করো এবং ১৫৭ ও ১৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



১৫৭. উদ্দীপকের যন্ত্রগুলো কোন প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয়? (অনুধাবন)
ক) পাতন খ) ঊর্ধ্বপাতন
গ) আংশিক পাতন ঘ) সমস্ফুটন পাতন **গ**

১৫৮. উদ্দীপকের যন্ত্রগুলো দ্বারা ব্যবহৃত পদ্ধতিতে— (প্রয়োগ)
i. উৎপন্ন বাষ্পে উদ্বায়ী উপাদান কম থাকে
ii. অধিকতর উদ্বায়ী উপাদান প্রায় বিশুদ্ধ অবস্থায় পাতিত হয়
iii. সমস্ফুটন মিশ্রণকে পৃথক করা যায় না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii **ঘ**

উদ্দীপকটি পড়ে ১৫৯-১৬১নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



১৫৯. উদ্দীপকটি জৈব যৌগ বিশোধনের কোন পদ্ধতি? (অনুধাবন)
ক) কেলাসন খ) আংশিক পাতন
গ) দ্রাবক নিষ্কাশন ঘ) অনুপ্রেষ পাতন **গ**

১৬০. উদ্দীপকের পদ্ধতিটিতে— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. একটি জৈব দ্রাবক পানিতে অদ্রবণীয় হবে
ii. মিশ্রণটিকে ফানেলে ঝাঁকানো অ্যালকোহল দ্রবীভূত হয়
iii. অ্যালকোহলযুক্ত মিশ্রণে ইথার যোগে ঝাঁকালে উপরে পানির স্তর আলাদা হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii **ঘ**

১৬১. ক্রোমাটোগ্রাফি— (অনুধাবন)
i. বিভিন্ন রঞ্জক পদার্থ পৃথকীকরণে ব্যবহৃত হয়
ii. দুই ধরনের দশার উদ্ভব হয়
iii. বিজ্ঞানী মিখাইল সোয়েট এই পদ্ধতির আবিষ্কারক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii **ঘ**

প্রশ্ন ▶ ১

I.

1⇂		1⇂	1⇂	1⇂								1
3s		3p					3d					4s

II. A(28)

[ঢা. বো. ২০১৭]

ক. দ্রাব্যতা কী? ১

খ. 'N' ও 'O' পরমাণুর মধ্যে কোনটির আকার ছোট– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপক I এর 3d অরবিটাল ফাঁকা কেন? ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপক II এর 'A' মৌলটি প্রভাবন ধর্ম প্রদর্শন করে কী? তোমার উত্তর বিশ্লেষণ করো। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 100g দ্রাবকে দ্রবের সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত দ্রবের গ্রাম পরিমাণই ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা।

খ নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন উভয়ই ২য় পর্যায়ের যথাক্রমে গ্রুপ-15 ও গ্রুপ-16 এ অবস্থিত মৌল। পর্যাবৃত্ত ধর্ম অনুসারে একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে গেলে আকার হ্রাস পায়। কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডান দিকে প্রধান শক্তিস্তর সংখ্যা একই থাকে কিন্তু নতুন নতুন ইলেকট্রন প্রবেশের কারণে ইলেকট্রন ও প্রোটনের মধ্যকার আকর্ষণ বল বৃদ্ধি পায় এবং আকারের সংকোচন ঘটে। এখানে নাইট্রোজেনের ২য় প্রধান শক্তিস্তরে 5টি এবং অক্সিজেনের ২য় প্রধান শক্তিস্তরে 6টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই অক্সিজেন পরমাণুর আকার নাইট্রোজেন অপেক্ষা ছোট হয়।

গ আমরা জানি, আউফবাউ নীতি অনুসারে ইলেকট্রনসমূহ প্রথমে নিম্ন শক্তির অরবিটাল পূর্ণ করে এর পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চ শক্তির অরবিটালে প্রবেশ গ্রহন করে।

এখন, শক্তিক্রম নির্ণয়ের বেলায় দুটি অরবিটালের মধ্যে যার $(n + l)$ এর মান কম তার শক্তিও কম। আবার যদি $(n + l)$ এর মান সমান হয় তবে যে অরবিটালে n এর মান কম তার শক্তি কম।

3d অরবিটালের ক্ষেত্রে, $n = 3$

$$l = 2$$

$$\therefore n + l = 3 + 2 = 5$$

এবং 4s অরবিটালের ক্ষেত্রে, $n = 4$

$$l = 0$$

$$\therefore n + l = 4 + 0 = 4$$

যেহেতু 3d অরবিটালের তুলনায় 4s অরিবটালের শক্তি কম। তাই ইলেকট্রন প্রথমে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে। 4s অরবিটালে প্রবেশ করার পর আর কোনো অবশিষ্ট ইলেকট্রন না থাকায় 3d অরবিটালটি ফাঁকা থাকে।

ঘ প্রদত্ত II এর "A" মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$_{28}A \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে পাই, 'A' মৌলটি একটি d-ব্লক মৌল এবং মৌলটি হলো নিকেল (Ni)। আবার আমরা জানি, যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের d-অরবিটাল আংশিকভাবে (d^{1-9}) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে, তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলা হয়। Ni এর পরমাণুতে আংশিকভাবে পূর্ণ অরবিটালে বিজোড় ইলেকট্রন থাকায় মৌলের পরমাণুগুলো বিভিন্ন পরিমাণ শক্তির শোষণ এবং প্রয়োজনে ওই শোষিত শক্তি অর্জন করতে সক্ষম হয়। এই বৈশিষ্ট্যকে কাজে লাগিয়ে নিকেল রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির যোগান দিতে সক্ষম হয়। নিকেলের সুস্থিত আয়ন (Ni^{+2}) এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো–

$Ni^{+2} \rightarrow$	$1s^2$	$2s^2$		$2p^6$		$3s^2$		$3d^8$		$4s^0$	
	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1	

নিকেলের পরমাণুতে d অরবিটাল ইলেকট্রনের উপস্থিতির ফলে এরা বিভিন্ন জারণ স্তরে বিক্রিয়ক অণুর সাথে বিক্রিয়া ঘটিয়ে নানা ধরনের অস্থায়ী অন্তবর্তী যৌগ গঠন করতে সক্ষম হয় এবং এভাবে নিম্নতর সক্রিয়করণ শক্তিসম্পন্ন বিকল্প বিক্রিয়া পথের মাধ্যমে রাসায়নিক বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করে। অধিশোষণ তত্ত্ব অনুসারে, নিকেল যেহেতু অবস্থান্তর মৌল তাই, এর পৃষ্ঠদেশে অধিক পরিমাণ পৃষ্ঠতলের যোগান দিতে সক্ষম হয়। পৃষ্ঠতলে ধাতুর পরমাণুগুলো মুক্তযোজ্যতা থাকায় এক বা একাধিক বিক্রিয়ক অণু ধাতুর পৃষ্ঠতলে অধিশোষিত হয়। এর ফলে ধাতব অনুঘটকের পৃষ্ঠদেশে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলে কাঙ্ক্ষিত বিক্রিয়া সহজে সম্পন্ন হয়। নিচে প্রভাবক হিসেবে Ni মৌলের রাসায়নিক প্রস্তুতিতে ব্যবহার নিচে দেওয়া হলো-

$$H_2C = CH_2 + H_2 \xrightarrow[150°C]{Ni} H_3C - CH_3$$

সুতরাং উপরের আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে প্রদত্ত মৌলটি অবস্থান্তর ধাতু এবং প্রভাবক হিসেবে মৌলটি অ্যালকিন থেকে হাইড্রোজেনেশন প্রক্রিয়ায় অ্যালকেন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ▶ ২

শ্রেণি → / পর্যায় ↓	1	2	14	17
2				X
3	P	Q	R	Y

[ঢা. বো. ২০১৭]

ক. পর্যায়বৃত্ত ধর্ম কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. 'X' ও 'Y' এর মধ্যে কোনটির ইলেকট্রন আসক্তি বেশি? ব্যাখ্যা করো। ৩

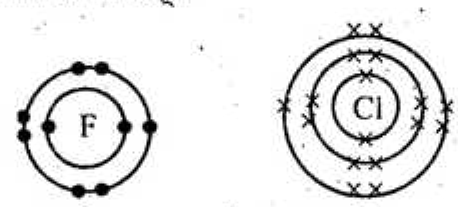
ঘ. 'Y' এর সাথে পৃথকভাবে P, Q ও R এর যৌগগুলোর প্রকৃতি বিশ্লেষণ করো। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যায় সারণির মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে নির্দিষ্ট ব্যবধান অন্তর ধর্মের পুনরাবৃত্তিকে মৌলের পর্যায়বৃত্তিক ধর্ম বা পর্যায়বৃত্ততা বলে।

খ ধাতব লবণসমূহের মধ্যে ধাতব ক্লোরাইড অধিক উদ্বায়ী। তাই ধাতব লবণকে গাঢ় HCl এসিডে সিক্ত করে বুনসেন বার্নারের অনুজ্জ্বল শিখায় উত্তপ্ত করলে বাষ্পীভূত অবস্থায় ধাতব ক্যাটায়ন নিকটস্থ অ্যানায়ন থেকে ইলেকট্রন গ্রহন করে বিচ্ছিন্ন ধাতব পরমাণুতেও পরিণত হয়। ধাতব পরমাণু শিখা হতে প্রয়োজনীয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো শোষণ করে অস্থায়ীভাবে উদ্দীপিত হয় এবং পরে ঐ শোষিত শক্তি বিকিরিত হয়ে শিখায় বিশেষ বর্ণের আলো সৃষ্টি করে। তাই ধাতব লবণকে উদ্বায়ী করে শিখায় বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বর্ণ প্রদর্শনের মাধ্যমে সনাক্তকরণের জন্য শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয়।

গ প্রদত্ত 'X' ও 'Y' মৌল দুটি গ্রুপ-17 এর ২য় ও ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত। সুতরাং মৌল দুটি হলো ফ্লোরিন (F) এবং ক্লোরিন (Cl)। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–



ফ্লোরিন ক্লোরিন

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, ফ্লোরিনের সর্বশেষ শক্তিস্তর হলো দ্বিতীয় শক্তিস্তর। দ্বিতীয় শক্তিস্তরের আকার ছোট বলে ক্ষুদ্র পরিসরে ফ্লোরিনের এই ৭টি ইলেকট্রন বিরাজ করার কারণে চার্জ ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে আগমনকারী ইলেকট্রনের ২য় শক্তিস্তরের ইলেকট্রনসমূহের অনুরূপ বিকর্ষণ শক্তিও বৃদ্ধি পায়। তাই সামগ্রিকভাবে ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তির মান কম হয়।

অপরদিকে ক্লোরিনের ৩য় শক্তিস্তরের আকার ২য় শক্তিস্তর অপেক্ষা বড় হওয়ায় আগমনকারী ইলেকট্রন সহজে এর যোজ্যতা স্তরে প্রবেশ করতে পারে। ফলে ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তির মান ফ্লোরিন অপেক্ষা অধিক হয়।

তাই বলা যায় যে, পরমাণুদ্বয়ের শক্তিস্তরের আকারের উপর ভিত্তি করে মৌলদ্বয়ের সর্বশেষ কক্ষপথ ইলেকট্রনের উপর আসক্তি প্রদর্শন করে।

ঘ এখানে পর্যায় সারণি অনুসারে P, Q, R মৌল তিনটি হলো যথাক্রমে– সোডিয়াম (Na), ম্যাগনেসিয়াম (Mg) এবং সিলিকন (Si)। প্রদত্ত 'Y' মৌল বা ক্লোরিনের সাথে উক্ত মৌল তিনটি দ্বারা গঠিত আয়নিক যৌগ হলো NaCl, $MgCl_2$ ও $SiCl_4$।

যৌগ তিনটিতে অ্যানায়ন একই এবং তা হলো (Cl^-) ক্লোরাইড আয়ন এবং ক্যাটায়নগুলো হলো যথাক্রমে Na^+, Mg^{+2} এবং Si^{+4}। ফাযানের নীতি অনুসারে ক্যাটায়নের চার্জ বৃদ্ধির সাথে আয়নিক যৌগের সমযোজী ধর্ম বৃদ্ধি পায়। এই ক্যাটায়ন তিনটির চার্জ বৃদ্ধির ক্রম হলো–

$Si^{+4} > Mg^{+2} > Na^+$

সুতরাং যৌগ তিনটির সমযোজী ধর্ম বৃদ্ধির ক্রম হলো–

$SiCl_4 > MgCl_2 > NaCl$

অর্থাৎ বিপরীতভাবে যৌগগুলোর আয়নিক বৈশিষ্ট্যের (অধিক গলনাংক, স্ফুটনাংক, তড়িৎ পরিবাহিতা এবং পানিতে দ্রাব্যতা) ক্রম হলো–

$NaCl > MgCl_2 > SiCl_4$

সুতরাং বলা যায় যে ফাযানের নীতি অনুসরণ করে প্রদত্ত যৌগসমূহের ক্যাটায়নের চার্জ ঘনত্ব অনুসারে এদের আয়নিক ও সমযোজী বৈশিষ্ট্যের ক্রম নির্ণয় এবং আনুষঙ্গিক বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করা যায়।

প্রশ্ন ▶৩ Q, R ও T মৌলত্রয়ের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে ৬, ৭ ও ১৫। /ঢা. বো. ২০১৭/

ক. সিগমা বন্ধন কী? ১

খ. H_2O তরল কিন্তু H_2S গ্যাসীয়– ব্যাখ্যা করো। ২

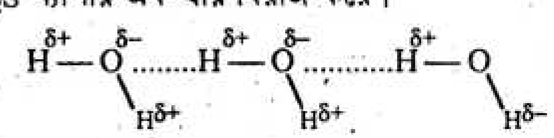
গ. 'Q' ও 'R' একই সংকরণ প্রদর্শন করলেও তাদের হাইড্রাইডের আকৃতি ভিন্ন'– ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. ক্লোরিনের সাথে 'R' একটি যৌগ গঠন করলেও 'T' দুটি যৌগ গঠন করে– বিশ্লেষণ করো। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

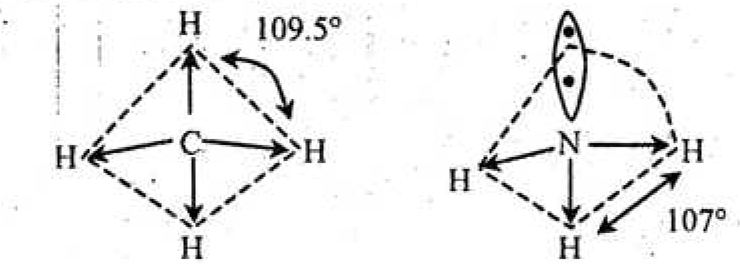
ক সমযোজী বন্ধন সৃষ্টির সময় দুটি পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের দুটি অরবিটালের সামনাসামনি অধিক্রমণের ফলে সৃষ্ট বন্ধনকে সিগমা বন্ধন বলে।

খ পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল অক্সিজেন ও সালফারের হাইড্রাইড হলো H_2O ও H_2S। তাই H_2O এবং H_2S এর ধর্মে মিল থাকা স্বাভাবিক। কিন্তু কক্ষ তাপমাত্রায় H_2O তরল এবং H_2S হলো গ্যাস। এর কারণ হলো পানি পোলার অণু। অপরদিকে H_2S অপোলার। পোলার পানির অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায়। ফলে পানি তরল হয়। কিন্তু H_2S আপোলার বিধায় এতে শুধুমাত্র দুর্বল ভানডার ওয়ালস বল কাজ করে তাই H_2S গ্যাসীয় অবস্থায় বিরাজ করে।



চিত্র: পানির অণুসমূহের H বন্ধন (.......)

গ যেহেতু প্রদত্ত 'Q' ও 'R' মৌল দুটির পারমাণবিক সংখ্যা 6 ও 7। তাই মৌল দুটি হলো যথাক্রমে কার্বন (C) ও নাইট্রোজেন (N)। এদের হাইড্রাইড যৌগ হলো CH_4 এবং NH_3। উভয়ের হাইড্রাইডে sp^3 সংকরণ বিদ্যমান থাকলেও আকৃতিতে ভিন্নতা রয়েছে। নিচে এর কারণসহ ব্যাখ্যা করা হলো–



CH_4 এবং NH_3 উভয় হাইড্রাইডে কার্বন ও নাইট্রোজেন উভয়েরই sp^3 সংকরণ বিদ্যমান। CH_4 অণুতে শুধুমাত্র চারটি সংকর অরবিটাল বিদ্যমান; তাই শর্তানুসারে এটির আকৃতি চতুস্তলকীয় এবং বন্ধন কোণের মান 109.5°।

অপরদিকে NH_3 যৌগে sp^3 সংকরণ হওয়া সত্ত্বেও চারটি ইলেকট্রন যুগলের মধ্যে একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকায় বন্ধন ইলেকট্রনের সাথে এই যুগলের বিকর্ষণে আকৃতি চতুস্তলকীয় থেকে বিকৃত হয়ে ত্রিকোণাকার পিরামিড হয় এবং বন্ধন কোণের মান 109.5° থেকে হ্রাস পেয়ে 107° হয়।

তাই বলা যায় যে, মূলত CH_4 ও NH_3 যৌগদ্বয়ের মধ্যে কেবল NH_3 এর কেন্দ্রীয় মৌল N-এ এক জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের উপস্থিতির জন্য এর আকৃতির বিকৃতি ঘটে এবং পরিবর্তিত হয়ে ত্রিকোণাকার পিরামিডাকৃতি গঠন করে। ফলে যৌগদ্বয় ভিন্নাকৃতির হয়।

ঘ এখানে প্রদত্ত পারমাণবিক সংখ্যা অনুসারে 'R' ও 'T' মৌল দুটি হলো যথাক্রমে নাইট্রোজেন (N) ও ফসফরাস (P) এবং এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$_7N \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

$_{15}P \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d^0$

$_{15}P^* \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d^1$

নাইট্রোজেন ও ফসফরাস উভয়ের সর্বশেষ শক্তিস্তরে p অরবিটালে তিনটি করে বিজোড় ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই উভয়ই সমযোজ্যতা 3 প্রদর্শন করে এবং অধাতব পরমাণু ক্লোরিনের সাথে সমযোজী যৌগ NCl_3 ও PCl_3 গঠন করে।

কিন্তু উত্তেজিত অবস্থায় ফসফরাসের $3s^2$-অরবিটালের একটি ইলেকট্রন ফাঁকা 3d অরবিটালে স্থানান্তর সম্ভব বলে তখন ফসফরাসের সমযোজ্যতা 5 হয় এবং PCl_5 গঠিত হয়। অপরদিকে ২য় শক্তিস্তরে d অরবিটাল থাকে না বলে নাইট্রোজেনের অনুরূপ সমযোজ্যতা বৃদ্ধি বা অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব হয় না।

সুতরাং বর্ণনানুসারে এ কথা বলা যায় যে, ক্লোরিনের সাথে নাইট্রোজেন একটি যৌগ NCl_3 গঠন করলেও ফসফরাসের পরিবর্তনশীল যোজ্যতা 3 ও 5 হওয়ায় এটি দুটি যৌগ PCl_3 ও PCl_5 গঠন করে।

প্রশ্ন ▶৪

→ গ্রুপ / ↓পর্যায়	15	16	17
2	P	Q	R
3	X	Y	Z

/ঢা. বো. ২০১৬/

ক. লিগ্যান্ড কী? ১

খ. বিশুদ্ধ NaCl কেলাসনে HCl যোগ করা হয় কেন? ২

গ. R ও Z এর মধ্যে কোনটির ইলেকট্রন আসক্তি বেশি কারণসহ ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের P ও Q এর সাথে হাইড্রোজেন গঠিত যৌগের বন্ধন কোণে ভিন্নতা রয়েছে কিনা– বিশ্লেষণ করো। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

খ বিশুদ্ধ NaCl কেলাসনে কেলাস সম্পন্ন করার জন্য শীতল দ্রবণে গাঢ় HCl এর কয়েক ফোঁটা যোগ করা হয়। এর ফলে দ্রবণে Cl^- এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলশ্রুতিতে আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি পায় এবং দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। তাই শর্তানুসারে আয়নিক গুণফলের মান দ্রব্যতা গুণফল থেকে বেশি হওয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হবে।

গ প্রদত্ত R ও Z মৌলদ্বয় একই গ্রুপের মৌল।

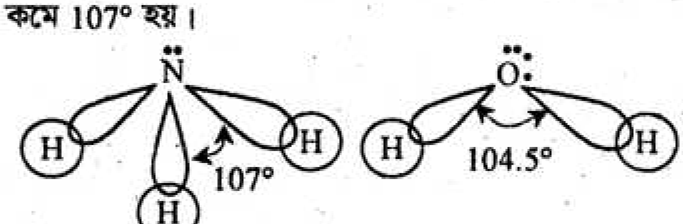
একই গ্রুপের মৌলের ক্ষেত্রে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে ইলেকট্রনের শক্তিস্তর সংখ্যা বাড়তে থাকে অর্থাৎ পরমাণুর আকার বৃদ্ধি পায়। ফলে আগমনকারী ইলেকট্রনের উপর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধিতে নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমে যায় এবং ইলেকট্রন আসক্তিও কমতে থাকে।

এখানে R মৌলটি ২য় পর্যায়ের মৌল এবং এর সর্ববহিঃস্থ স্তরে 7টি ইলেকট্রন থাকায় এটি 17নং গ্রুপে অবস্থিত। সুতরাং মৌলটির সর্বশেষ স্তরে বা ২য় শক্তি ইলেকট্রন ঘনত্ব তুলনামূলকভাবে গ্রুপের অন্য মৌল Z অপেক্ষা বেশি। আবার R মৌলটি গ্রুপে সর্বউপরে অবস্থিত হওয়ায় এর আকারও ছোট। তাই সর্ববহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি হওয়ায় ইহা আর অতিরিক্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে না। ফলে এর ইলেকট্রন আসক্তি কমে যায়।

অপরদিকে Z মৌলটির আকার বড় হওয়ায় এবং বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন ঘনত্ব কম হওয়ায় এর ইলেকট্রন আসক্তি R এর তুলনায় বেশি।

সুতরাং উপরোক্ত ইলেকট্রন ঘনত্ব এবং আকারের বিবেচনায় বলা যায় R ও Z এর মধ্যে Z মৌলটির ইলেকট্রন আসক্তি বেশি।

ঘ প্রদত্ত পর্যায় সারণি অনুসারে P মৌলটি নাইট্রোজেন এবং Q মৌলটি অক্সিজেন। সুতরাং, নাইট্রোজেনের সাথে হাইড্রোজেন গঠিত যৌগ হলো NH_3 এবং অক্সিজেনের সাথে হাইড্রোজেন গঠিত যৌগ হলো H_2O। উভয় অণুতে sp^3 সংকরণ ঘটলেও এদের বন্ধন কোণে ভিন্নতা রয়েছে। কারণ NH_3 অণুর আকৃতি ত্রিকোণীয় পিরামিডীয় এবং H–N–H বন্ধন কোণ 107°। NH_3 অণুতে কেন্দ্রীয় পরমাণু N এ তিনটি বন্ধন জোড় ইলেকট্রন ও একটি মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকে। এই মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের বিকর্ষণে বন্ধন জোড় ইলেকট্রন সামান্য সরে যায় ও বন্ধন কোণ কমে 107° হয়।



কিন্তু H_2O অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণুতে ২টি বন্ধন জোড় ও ২টি মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকে। এখানে একজোড়া মুক্ত জোড় ইলেকট্রন বেশি থাকায় H_2O-তে বিকর্ষণ বেশি হয় ও বন্ধন কোণ অধিকতর কমে 104.5° হয়।

সুতরাং এ কথা স্পষ্ট যে প্রাপ্ত NH_3 ও H_2O যৌগে কেবল মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের উপস্থিতির কারণে এদের বন্ধন জোড় ও মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের মধ্যে বিকর্ষণ তৈরি হয় এবং বন্ধন কোণে ভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়।

প্রশ্ন ▶ ৫

মৌল	সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস
D	ns^2
E	$(n+1)s^2$
F	$(n+2)s^2$
G	$(n+1)s^2\ (n+1)p^5$

এখানে, n = 2

[দি. বো. ২০১৬]

ক. হ্যাজার্ড প্রতীক কী? ১

খ. জাল পাসপোর্ট সনাক্তকরণে UV রশ্মি ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের D অপেক্ষা F এর আয়নীকরণ বিভব কম কেন— ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. DCO_3, ECO_3, FCO_3 এর মধ্যে কোনটির বিয়োজন তাপমাত্রা সবচেয়ে কম— তা যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিপজ্জনক রাসায়নিক দ্রব্যের জন্য ব্যবহৃত সুনির্দিষ্ট সতর্কীকরণ প্রতীককে বলে হ্যাজার্ড সিম্বল।

খ পাসপোর্টের বাহকের ছবির কোনো এক স্থানে যে কালির প্রলেপ দেওয়া হয় তাতে এমন এক UV ফ্লোরোসেন্স উপাদান থাকে, যাতে করে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির UV রশ্মি পড়লেই কেবল এটি আলোকে প্রতিফলিত করে। অনুমোদিত বিশেষ ধরনের UV আলো সংবেদনশীল কালি ব্যবহার করে পাসপোর্টের সুনির্দিষ্ট স্থানে নিরাপত্তা চিহ্ন ছাপা হয়। এ কালি শুধু নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের UV আলোর নিচেই দৃশ্যমান হয়। তাই জাল পাসপোর্ট শনাক্ত করণে UV রশ্মি ব্যবহার করা হয়।

গ প্রদত্ত D ও F মৌলদ্বয় পর্যায় সারণির একই গ্রুপ (2) এর মৌল। সাধারণভাবে পর্যায় সারণিতে একই গ্রুপে মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে আয়নিকরণ শক্তি কমতে থাকে। কারণ, একই গ্রুপে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে ইলেকট্রনের শক্তিস্তর বাড়তে থাকে। ফলে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রন নিউক্লিয়াস থেকে ক্রমশ দূরবর্তী হয় এবং এর উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ তখন কমতে থাকে। ফলে আয়নীকরণ বিভবের মানও কম হয়।

এখানে F এর পারমাণবিক সংখ্যা D অপেক্ষা বেশি এবং এরা একই গ্রুপে অবস্থিত। তাই F গ্রুপে সর্বউপরে এবং আকারে বড় হওয়ায় স্বভাবতই D অপেক্ষা F এর আয়নীকরণ বিভব কম।

ঘ শর্তানুসারে, DCO_3, ECO_3 এবং FCO_3 এর মধ্যে কোনটির বিয়োজন তাপমাত্রা কম হবে তা নির্ভর করবে ধাতব ক্যাটায়নের আকারের উপর। প্রদত্ত D, E ও F মৌলগুলো হল যথাক্রমে Be, Mg ও Ca। DCO_3, ECO_3 এবং FCO_3 তে ধাতব ক্যাটায়নগুলো হলো ছক অনুসারে যথাক্রমে Be^{2+}, Mg^{2+} এবং Ca^{2+}। এদের প্রত্যেকের চার্জ একই এবং এরা একই গ্রুপের মৌল। Be আকারে Mg এবং Ca থেকে ছোট হওয়ায় এতে চার্জ ঘনত্ব বেশি। তাই এই যৌগটি অ্যানায়নকে বেশি পরিমাণে নিজের দিকে আকর্ষণ করে বিকৃত করে বিধায় অস্থিতিশীল হয়ে অল্পতাপে বিয়োজিত হয়।

$$BeCO_3 \rightarrow BeO + CO_2$$

সুতরাং প্রদত্ত আলোচনা এবং এর যৌক্তিকতার প্রেক্ষিতে বলা যায় DCO_3, ECO_3 এবং FCO_3 এর মধ্যে DCO_3 অর্থাৎ $BeCO_3$ এর ক্যাটায়নের আকার সবচেয়ে ছোট হওয়ায় বিয়োজন তাপও সবচেয়ে কম।

প্রশ্ন ▶ ৬

তৃতীয় পর্যায়ের মৌল	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
আয়নীকরণ শক্তি (kJ/mol)	495.8	737.7	577.6	786.5	1011.8	999.6	1251.1	1520.5

[দি. বো. ২০১৫]

ক. অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে? ১

খ. ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা ক্লোরিনের চেয়ে বেশি— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের মৌলগুলোর অক্সাইডের অম্ল-ক্ষার ধর্ম আলোচনা করো। ৩

ঘ. "পর্যায়ের বাম থেকে ডানে আয়নীকরণ শক্তির মানের পরিবর্তন"— উদ্দীপকের আলোকে ব্যাখ্যা করো। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d–অরবিটাল আংশিক ভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ তড়িৎ ঋণাত্মকতা একটি পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম। কোনো মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা পরমাণুর আকার হ্রাসের সাথে এবং নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়। ফ্লোরিন পরমাণুর আকার ক্লোরিন পরমাণুর আকারের চেয়ে ছোট হওয়ায় ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা (পাউলিং স্কেল অনুসারে 4.0) ক্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার (পাউলিং স্কেল অনুসারে 3.0) চেয়ে বেশি হয়। কারণ পরমাণুর আকার যতো ছোট হয়, নিউক্লিয়াস দ্বারা পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ ততো বেশি তীব্রভাবে আকর্ষিত হয় এবং এর ফলে তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানও বেশি হয়।

গ পর্যায়বৃত্ত ধর্ম অনুসারে পর্যায় সারণির একটি পর্যায়ের বাম হতে ডান দিকে অগ্রসর হলে মৌলসমূহের ধাতব ধর্ম হ্রাস পায় এবং অধাতব ধর্ম বৃদ্ধি পায়। সাধারণত ধাতব অক্সাইড ক্ষারধর্মী এবং অধাতব অক্সাইড অম্লধর্মী হওয়ায় একটি পর্যায়ের বাম হতে ডান দিকে অগ্রসর হলে সংশ্লিষ্ট মৌলের অক্সাইডের ধর্ম ক্রমাগত ক্ষারধর্মী হতে অম্লধর্মী হতে থাকে।

প্রদত্ত ৩য় পর্যায়ের মৌলগুলোর অক্সাইডগুলো হলো- Na_2O, MgO, Al_2O_3, SiO_2, P_2O_5, SO_2, Cl_2O_7। এদের মধ্যে Na_2O ও MgO ক্ষারধর্মী; Al_2O_3 ও SiO_2 উভধর্মী এবং P_2O_5, SO_2, Cl_2O_7 অম্লধর্মী অক্সাইড। আবার নিষ্ক্রিয় গ্যাস হওয়াতে আর্গন (Ar) কোন অক্সাইড গঠন করে না। বৈশিষ্ট্য অনুসারে ক্ষারীয় অক্সাইড, অম্লের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে এবং অম্লীয় অক্সাইড, ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। অপধাতু বা উপধাতুর অক্সাইড উভধর্মী হওয়ায় তা অম্ল ও ক্ষার উভয়েরই সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।

ধাতব অক্সাইড + এসিড → লবণ + পানি

$$Na_2O + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + H_2O$$

উপধাতুর অক্সাইড + এসিড → লবণ + পানি

$$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$$

উপধাতুর অক্সাইড + ক্ষার → লবণ + পানি

$$Al_2O_3 + NaOH \longrightarrow NaAlO_2 + H_2O$$

অধাতুর অক্সাইড + ক্ষার → লবণ + পানি

$$Cl_2O_7 + 2NaOH \longrightarrow 2NaClO_4 + H_2O$$

ঘ এখানে মৌলসমূহের আয়নীকরণ শক্তির মানের উচ্চক্রম হলো:

$$Na < Al < Mg < Si < S < P < Cl < Ar$$

আমরা জানি যে, মৌলের আয়নীকরণ শক্তি পরমাণুর আকার বৃদ্ধিতে এবং নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়।

যেহেতু এখানে পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, পর্যায়ের বাম হতে ডান দিকে অগ্রসর হলে ক্রমাগত হ্রাস পায়।

সুতরাং মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম নিম্নরূপ—

$$Na > Mg > Al > Si > P > S > Cl > Ar$$

আবার ৩য় পর্যায়ের বাম দিক হতে ডান দিকে অগ্রসর হলে মৌলসমূহের নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধি পায়। ফলে ৩য় পর্যায়ের মৌলসমূহের নিউক্লিয়াসের চার্জের বৃদ্ধির ক্রম হলো– $Na < Mg < Al < Si < S < P < Cl < Ar$।

Mg ও P এর আয়নীকরণ শক্তির মানের ক্ষেত্রে উপরোক্ত নিয়মের ব্যতিক্রম লক্ষ করা যায় অর্থাৎ Mg এর আয়নীকরণ শক্তি Al অপেক্ষা এবং P এর আয়নীকরণ শক্তি S অপেক্ষা বেশি। মূলত মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাসে সুস্থিতির কারণে এরূপ ব্যতিক্রম ঘটে। সাধারণত পূর্ণ ও অর্ধপূর্ণ অরবিটালসমূহ অধিক স্থিতিশীল। Mg ও Al এর বহিঃস্থ কক্ষপথের ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে $3s^2$ ও $3s^2\,3p_x^1$। Mg এর $3s^2$ উপশক্তি ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হওয়ায় তা Al এর বহিঃস্থ কক্ষপথের ইলেকট্রন বিন্যাস হতে অধিক সুস্থিত। ফলে Mg অপেক্ষা Al এর আয়নীকরণ শক্তি কম। একইভাবে, S ও P এর বহিঃস্থ কক্ষপথের ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে $3s^2\,3p_x^2\,3p_y^1\,3p_z^1$ এবং $3s^2\,3p_x^1\,3p_y^1\,3p_z^1$।

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে P এর বহিঃস্থ কক্ষপথের p অরবিটাল অর্ধপূর্ণ হওয়ার কারণে S অপেক্ষা এটি বেশি স্থিতিশীল। তাই S অপেক্ষা P এর আয়নীকরণ শক্তির মান বেশি।

উপরোক্ত আলোচনা হতে স্পষ্ট বলা যায়, পরমাণুর আকার, নিউক্লিয়াসের চার্জ ও ইলেকট্রন বিন্যাস মৌলের আয়নীকরণ শক্তির মানকে প্রভাবিত করে।

প্রশ্ন ▶ ৭ দুটি মৌলের যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস;

ns^2np^4; $n = 2$ (A) ns^2np^3; $n = 3$ (B)

[রা. বো. ২০১৭]

ক. নেসলার বিকারক কী? ১

খ. রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলতে কী বোঝায়? ২

গ. "A" মৌলটির ক্ষেত্রে হুন্ডের নীতিটির প্রয়োগ দেখাও। ৩

ঘ. "A" ও "B" মৌলদ্বয়ের হাইড্রাইডের আকৃতির উপর মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের প্রভাব ব্যাখ্যা করো। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্ষারীয় পটাসিয়াম টেট্রাআয়োডো মারকিউরেট (II) এর দ্রবণকে নেসলার বিকারক (K_2HgI_4) বলে।

খ যে অবস্থায় কোন উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হারের সমান হয় তাকে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলে।

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} 2HI_{(g)}$$

এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, প্রথম দিকে H_2 ও I_2 এর ঘনমাত্রা বেশি থাকায় সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার বেশি থাকে। ফলে সময়ের সাথে সাথে HI এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং HI এর বিয়োজন বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় উভয় বিক্রিয়ার হার সমান হয় এবং বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থা প্রাপ্ত হয়।

গ আমরা জানি হুন্ডের নীতিটি হলো–

একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে অবস্থান করবে যেন তারা সর্বাধিক অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে। এই সব অযুগ্ম ইলেকট্রনের স্পিন একইমুখী হবে।

অর্থাৎ সমশক্তির অরবিটালে ইলেকট্রনসমূহ প্রথমে অযুগ্ম সংখ্যায় একমুখী স্পিনে প্রবেশ করে এবং পরবর্তিতে অবশিষ্ট ইলেকট্রন বিপরীতমুখী স্পিনে প্রবেশ করে।

প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে ($2s^2 2p^4$) 'A' মৌলটি হলো অক্সিজেন (O)।

$${}_8O \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^4$$

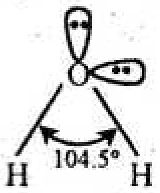
হুন্ডের নীতিতে অক্সিজেন মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

	1s	2s	$2p_x^2$	$2p_y^1$	$2p_z^1$
${}_8O$ =	⇅	⇅	⇅	↑	↑

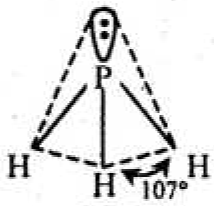
অর্থাৎ 2p উপশক্তিস্তরে 3টি অরবিটাল বিদ্যমান। ফলে 2p উপস্তরের 4টি ইলেকট্রনের মধ্যে প্রথম 3টি একমুখী স্পিনে 3টি p অরবিটালে প্রবেশ করেছে এবং অবশিষ্ট ইলেকট্রনটি $2p_x$ অরবিটালে বিপরীতমুখী স্পিনে প্রবেশ করেছে।

সুতরাং, উপরোক্ত হুন্ডের নীতি প্রদত্ত A মৌলে বা অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাসে প্রতীয়মান হয়েছে।

ঘ এখানে ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে 'A' ও 'B' মৌল দুটি হলো যথাক্রমে অক্সিজেন ও ফসফরাস এবং এদের হাইড্রাইডদ্বয় হলো H_2O এবং PH_3।



'V' আকৃতি



ত্রিকোণাকার পিরামিড আকৃতি

উভয় হাইড্রাইডের কেন্দ্রীয় পরমাণু sp^3 সংকরিত। sp^3 সংকরিত অণুর আকৃতি চতুস্তলকীয় এবং বন্ধন কোণের মান 109.5° হয়। কিন্তু আমরা জানি, ইলেকট্রনসমূহ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং এই বিকর্ষণের পরিমাণের ক্রম হলো–

$$(lp - lp) > (lp - bp) > (bp - bp)$$

অর্থাৎ কোন অণুতে মুক্ত জোড়ের সংখ্যা যত বেশি হবে বিকর্ষণের পরিমান তত বেশি হবে এবং বন্ধন কোণের মান তখন অধিক হ্রাস পাবে। ফলে অণুর আকৃতির পরিবর্তন ঘটবে।

এখানে অক্সিজেনের হাইড্রাইডে (H_2O) দুটি মুক্ত জোড় এবং ফসফরাসের হাইড্রাইড PH_3 তে 1টি মুক্ত জোড় বিদ্যমান। তাই চতুস্তলকীয় কাঠামো থেকে সরে পানি 'V' আকৃতি প্রাপ্ত এবং PH_3 ত্রিকোণাকার পিরামিড আকৃতি প্রাপ্ত হয়েছে। ফলে পানির বন্ধন কোণ 109° থেকে অত্যধিক কমে 104.5° এবং PH_3 এর বন্ধন কোণ কমে 107° হয়।

তাই স্পষ্টভাবে বলা যায় অণুতে বিদ্যমান মূলত মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের উপস্থিতি এবং বন্ধন জোড় ইলেকট্রনের সাথে এদের বিকর্ষণে বন্ধন কোণ হ্রাস পায় এবং আকার বিকৃতি ঘটে।

প্রশ্ন ▶ ৮

গ্রুপ → / পর্যায় ↓	15	16
২য়	A	B
৩য়	C	D

/রা. বো. ২০১৭/

ক. আউফবাউ নীতি কী? ১

খ. দ্রাব্যতার উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা করো। ২

গ. B মৌলটির হাইড্রাইড তরল হলেও D মৌলটির হাইড্রাইড গ্যাসীয় কেন ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. A, B, C, D মৌল চারটির গ্রুপভিত্তিক এবং পর্যায়ভিত্তিক আয়নীকরণ শক্তির পরিবর্তন ব্যাখ্যা করো। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

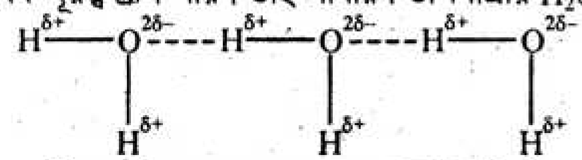
ক পরমাণুতে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলো প্রথমে নিম্নতম শক্তিস্তরের অরবিটাল পূর্ণ করবে এবং পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চতর শক্তিস্তরের অরবিটাল পূরণ করবে। এটাই আউফবাউ নীতি।

খ দ্রাব্যতার উপর তাপমাত্রার বিশেষ প্রভাব পরিলক্ষিত হয়। সাধারণভাবে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে দ্রবের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। কারণ উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রাবক ও দ্রব উভয়ের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় ফলে অধিক দ্রব দ্রবীভূত হয়। কিন্তু কিছু দ্রবের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। যেমন– NaOH, $Ca(OH)_2$ ইত্যাদি।

আবার এমন কিছু দ্রব রয়েছে যাদের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে প্রথমে দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায় কিন্তু তাপমাত্রা আরও বৃদ্ধি পেলে দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। যেমন– $Na_2SO_4.10H_2O$।

গ যেহেতু পর্যায় সারণিতে B মৌলটি 16নং গ্রুপের ২য় পর্যায়ে অবস্থিত তাই B মৌলটি হলো অক্সিজেন (O)। অপরদিকে D মৌলটি একই গ্রুপে কিন্তু তৃতীয় পর্যায়ে অবস্থিত হওয়ায় মৌলটি হলো সালফার (S)।

সুতরাং B মৌলটির হাইড্রাইড হলো H_2O এবং D মৌলটির হাইড্রাইড হলো H_2S। পর্যায় সারণিতে একই গ্রুপের দুটি মৌলের হাইড্রাইডের ভেতর ধর্মের মিল থাকা স্বাভাবিক। কিন্তু সাধারণ তাপমাত্রায় H_2S হলো গ্যাসীয় এবং H_2O তরল। এর কারণ হলো পানি একটি পোলার অণু অপরদিকে H_2S অপোলার। পোলার H_2O অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন উপস্থিত থাকার কারণে পানির অণুসমূহের মধ্যকার আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায়। তাই সাধারণ তাপমাত্রায় H_2O তরল।



চিত্র: পানির অণুসমূহের মধ্যকার H বন্ধন (...)

অপরদিকে H_2S অপোলার সমযোজী যৌগ। ফলে এতে কেবল মাত্র দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ শক্তি বিদ্যমান থাকে। তাই সাধারণ তাপমাত্রায় H_2S গ্যাসীয় অবস্থায় বিরাজ করে।

মূলত যৌগসমূহে বিদ্যমান পোলারিটি এবং বন্ধন শক্তির উপর নির্ভর করে যৌগদ্বয়ের ভৌত অবস্থা ভিন্ন হয় অর্থাৎ পানি তরল এবং H_2S গ্যাসীয় হয়।

ঘ প্রদত্ত পর্যায় সারণি অনুসারে A, B, C ও D মৌল চারটি হলো যথাক্রমে নাইট্রোজেন (N), অক্সিজেন (O), ফসফরাস (P) ও সালফার (S)। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$_{7}N \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^3$

$_{8}O \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^4$

$_{15}P \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^3$

$_{16}S \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^4$

আমরা জানি, একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে পারমাণবিক আকার হ্রাসের সাথে সাথে আয়নিকরণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে ২য় পর্যায়ের অক্সিজেনের আয়নিকরণ শক্তি নাইট্রোজেন অপেক্ষা অধিক হওয়ার কথা। কিন্তু অর্ধপূর্ণ 2p অরবিটাল অধিকতর সুস্থিত বিধায় নাইট্রোজেনের আয়নিকরণ শক্তি অক্সিজেনের অপেক্ষা অধিক। একইভাবে তৃতীয় পর্যায়ের ক্ষেত্রেও সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটে। অর্থাৎ ফসফরাসের আয়নীকরণ শক্তি অক্সিজেন অপেক্ষা বেশি হয়।

আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে পরমাণুর আকার বৃদ্ধির কারণে আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পায়। অর্থাৎ গ্রুপ-15 এ নাইট্রোজেনের আয়নিকরণ শক্তি ফসফরাস অপেক্ষা এবং গ্রুপ -16 এ অক্সিজেনের আয়নিকরণ শক্তি সালফার অপেক্ষা অধিক।

সুতরাং উপরোক্ত বর্ণনানুসারে এবং পর্যাবৃত্ত ধর্মানুসারে মৌল চারটির ক্ষেত্রে একই পর্যায়ে ডান থেকে বামে এবং একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পায়। মৌলসমূহের আয়নিকরণ শক্তির ক্রম–

$A > B > C > D$

বা, $N > O > P > S$

প্রশ্ন ▶ ৯

			He
A	B	–	–
C	–	–	–

/রা. বো. ২০১৬/

ক. "Like dissolves like"—নীতিটি কী? ১

খ. একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালীতে অনেক রেখা দেখা যায় কেন? ২

গ. 30° তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে উদ্দীপকের A_2B_4 এর বিয়োজনের সাম্যধ্রুবক $K_p = 0.50$ atm। বিয়োজন মাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A ও C এর অনুরূপ হাইড্রাইড যৌগের বন্ধন কোণের ভিন্নতা দেখা যাবে কি? কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পোলার দ্রব পোলার দ্রাবকে এবং অপোলার দ্রব অপোলার দ্রাবকে দ্রবীভূত হওয়ার নীতিই হলো like dissolves like নীতি।

খ হাইড্রোজেন পরমাণুতে 1টি মাত্র ইলেকট্রন বিদ্যমান যা স্বাভাবিক অবস্থায় কম শক্তি সম্পন্ন স্তরে অবস্থান করে। বিশুদ্ধ H_2 গ্যাসকে শক্তি প্রদান করা হলে ঐ ইলেকট্রন শক্তি অর্জন করে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন

স্তরে গমন করে। আবার শক্তি বিকিরণ করে উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্নে বিভিন্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসতে পারে। এক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ বিভিন্ন হওয়ায় বর্ণালীতে অনেকগুলো রেখার উদ্ভব হয়।
তাই হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও এর পারমাণবিক বর্ণালীতে একাধিক রেখা দেখা যায়।

গ প্রদত্ত সারণি অনুসারে এখানে A_2B_4 যৌগটির প্রকৃত সংকেত হলো N_2O_4। এই N_2O_4 যৌগ নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়ে সাম্যাবস্থায় থাকে:

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$
$$(1-\alpha) \qquad 2\alpha$$

মোট মোল সংখ্যা $= 1 - \alpha + 2\alpha = 1 + \alpha$

এখন, $P_{NO_2} = \frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P$

$P_{N_2O_4} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P$

আমরা জানি, $K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}}$

বা, $K_p = \frac{4\alpha^2.P}{1-\alpha^2}$

বা, $0.5 = \frac{4\alpha^2.1}{1-\alpha^2}$

বা, $8\alpha^2 = 1 - \alpha^2$

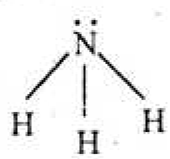
বা, $9\alpha^2 = 1$

$\therefore \alpha = \frac{1}{3}$

$\therefore$ নির্ণেয় বিয়োজন মাত্রা $= \frac{1}{3} \times 100$
$= 33.33\%$

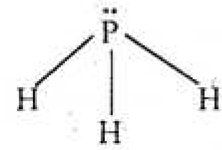
সুতরাং উপরোক্ত গণনা হতে প্রাপ্ত N_2O_4 এর বিয়োজন মাত্রা হলো 33.33%।

ঘ প্রশ্নানুসারে A এবং C মৌল দুটি হলো N এবং P। এদের অনুরূপ হাইড্রাইড যৌগ হলো যথাক্রমে NH_3 এবং PH_3।
এই হাইড্রাইডদ্বয়ের গঠন এবং বন্ধন কোণে ভিন্নতা আছে। নিচে কারণসহ বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:
N এর ইলেকট্রন বিন্যাসঃ $N(7) = 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$।
sp^3 সংকরণের মাধ্যমে N চারটি সংকর অরবিটাল গঠন করে। বিজোড় ইলেকট্রন বিশিষ্ট তিনটি সংকর অরবিটাল $(2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1)$ তিনটি H এর $1s^1$ অরবিটালের সাথে তিনটি N–H সিগমা বন্ধন গঠন করে। এই N–H বন্ধন অরবিটালসমূহের নিজেদের মধ্যে বিকর্ষণ অপেক্ষা তাদের ওপর N এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা বিকর্ষণ বেশি হয়। ফলে NH_3 এর বন্ধন কোণ sp^3 এর জন্য 109.5° না হয়ে বরং কমে 107° হয় এবং NH_3 এর গঠন চতুস্তলকীয় না হয়ে পিরামিডের মতো হয়।



চিত্র: NH_3 অণুর গঠন।

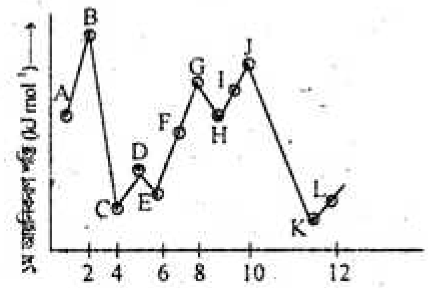
আবার, PH_3 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় মৌল P এর ইলেকট্রন বিন্যাস :
$P(15) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1$
এখানে ফসফরাসে তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন বিশিষ্ট সংকর অরবিটালের $(3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1)$ সাথে তিনটি H এর $1s^1$ অরবিটালের sp^3 সংকরণের মাধ্যমে চারটি সংকর অরবিটাল গঠিন হয়। ফলে sp^3 সংকরণের জন্য বন্ধন কোণ 109.5° হওয়ার কথা।
কিন্তু P এর আকার N অপেক্ষা বড় হওয়ায় P এর চার্জ ঘনত্ব কম। ফলে মুক্ত জোড় – বন্ধন জোড় ইলেকট্রনের বিকর্ষণ এখানে খুব বেশি হয়। যার কারণে PH_3 এর H–P–H বন্ধন কোণ NH_3 অপেক্ষা 109.5° থেকে অধিকতর কমে 92° হয়।



চিত্র: PH_3 অণুর গঠন

সুতরাং বলা যায় প্রদত্ত A ও C এর অনুরূপ হাইড্রাইড যৌগ NH_3 ও PH_3 এর কেন্দ্রীয় মৌল N ও P এক জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও ইলেকট্রন ঘনত্ব এবং আকারের তারতম্যের কারণে বন্ধন কোণে ভিন্নতা দেখায়।

প্রশ্ন ▶ ১০



[রা. বো. ২০১৬]

ক. ওয়াশিং মিশ্রণ কী? ১
খ. দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন তাপ –57.34 kJ হতে কম হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের F-এর অক্সাইডের প্রকৃতি ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের C থেকে J মৌলসমূহের আয়নিকরণ শক্তির মানের ধারাবাহিকতার ক্ষেত্রে ব্যতিক্রমসমূহ বিশ্লেষণ করো। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $K_2Cr_2O_7$ এবং H_2SO_4 এর মিশ্রণকে ওয়াশিং মিশ্রণ বলে।

খ এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ার 1 মোল পানি উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ তাপ নির্গত হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে। সবল এসিড ও ক্ষার সম্পূর্ণ রূপে বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। তাই এক্ষেত্রে সর্বদা একই রূপ রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং উৎপন্ন তাপের মান স্থির থাকে বা –57.34 kJ হয়। কিন্তু দুর্বল এসিড আংশিকভাবে বিয়োজিত হয় বলে এর সম্পূর্ণ বিয়োজনে কিছু শক্তি ব্যয় হয় যা অভ্যন্তরীণ তাপ হতে শোষিত হয়। ফলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ হ্রাস পায়। তাই মৃদু/দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির মান বা –57.34 kJ অপেক্ষা কম হয়।

গ প্রদত্ত F মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 6। অর্থাৎ মৌলটি কার্বন। সুতরাং কার্বনের অক্সাইড হলো কার্বন ডাইঅক্সাইড।
আমরা জানি যে, অধাতুর অক্সাইডসমূহ অম্লীয়। তাই পর্যায় সারণিতে অবস্থান অনুসারে কার্বন অধাতু হওয়ায় এর অক্সাইড CO_2 অম্লীয় হয়। যেমন CO_2 পানির সাথে বিক্রিয়া করে অম্ল বা এসিড তৈরি করে।

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

উৎপন্ন এসিড ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে যা অম্ল ধর্মের প্রমাণ—

$$H_2CO_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

তাই উপরের বিক্রিয়া এবং আলোচনা অনুসারে বলা যায় যে, C এর অক্সাইড CO_2 হলো একটি অম্লীয় অক্সাইড।

ঘ প্রদত্ত লেখচিত্রে C থেকে J পর্যন্ত মৌলসমূহ দ্বিতীয় পর্যায়ের অন্তর্ভুক্ত যাদের পারমাণবিক সংখ্যা 3-10। সুতরাং বলা যায় মৌলগুলো হলো Li থেকে Ne পর্যন্ত মৌল।
আমরা জানি, একই পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে মৌলসমূহের আয়নীকরণ শক্তির মান বৃদ্ধি পায়। তাই Li(3) অপেক্ষা Be(4) এর আয়নীকরণ শক্তির মান বেশি। আবার লেখচিত্র থেকে দেখা যায় যে,

$Be(4)$ অপেক্ষা $B(5)$ এর আয়নীকরণ শক্তির মান কম। এক্ষেত্রে আয়নীকরণ শক্তির মান ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর নির্ভর করে।

$Be(4) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ I.P = 900\ kJ\ mol^{-1}$

$B(5) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^0\ I.P = 800\ kJ/mol$

সাধারণত পূর্ণ ও অর্ধপূর্ণ অরবিটালসমূহ অধিকতর স্থিতিশীল হয়। Be এর ক্ষেত্রে 2s অরবিটাল পূর্ণ হলেও B এর 2p অরবিটাল অপূর্ণ। তাই পূর্ণ 2s অরবিটাল হতে ইলেকট্রন অপসারণে অপূর্ণ 2p অরবিটাল অপেক্ষা অধিক শক্তির প্রয়োজন হয়। এ কারণে Be এর আয়নীকরণ শক্তির মান B অপেক্ষা বেশি হয়। এভাবে B থেকে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলসমূহের আয়নীকরণ শক্তির মান বৃদ্ধি পায় কিন্তু দেখা যায় যে N এর পারমাণবিক সংখ্যা O অপেক্ষা কম হলেও এর আয়নীকরণ শক্তির মান অক্সিজেন অপেক্ষা বেশি হয়। এখানে আয়নীকরণ শক্তির মান ইলেকট্রনের বিন্যাসের উপর নির্ভর করে।

$N(7) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

$O(8) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

এক্ষেত্রে দেখা যায় যে, অক্সিজেনের সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনীয় কাঠামো N অপেক্ষা কম স্থিতিশীল। ফলে O এর আয়নীকরণ শক্তির মান N অপেক্ষা কম হয়।

তাই পর্যালোচনা থেকে বলা যায় যে, মূলত সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনীয় কাঠামোর ভিন্নতার কারণে মৌলসমূহের আয়নীকরণ শক্তির মানের অর্থাৎ পর্যায়বৃত্ত ধর্মে ভিন্নতা দেখা যায়।

প্রশ্ন ▶ ১১ A, B, R ও X এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 11,6, 17 ও 47। A, B ও X এর সাথে R আয়নিক ও সমযোজী যৌগ গঠন করে। *[রা. বো. ২০১৫]*

ক. হেসের সূত্র কী? ১

খ. অবস্থান্তর মৌল রঙিন যৌগ গঠন করে কেন? ২

গ. B ও R দ্বারা গঠিত যৌগটির সংকরণ বর্ণনা করো। ৩

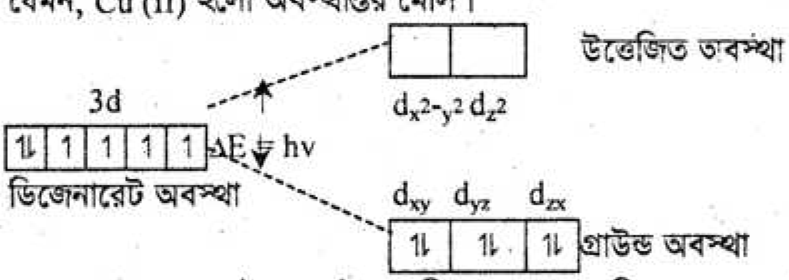
ঘ. AR যৌগটি পানিতে দ্রবণীয় কিন্তু XR পানিতে অদ্রবণীয়— বিশ্লেষণ করো। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির থাকে তবে কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রেই বিক্রিয়া এনথালপি বা বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ অবস্থান্তর মৌলগুলো রঙিন যৌগ গঠন করে। যখন অবস্থান্তর ধাতুসমূহের d– অরবিটালের একটি ইলেকট্রন উত্তেজিত হয়ে অপর একটি d–অরবিটালে অবস্থান নেয়, তখন পরমাণুতে শোষিত শক্তির কম্পাঙ্ক সাধারণত তড়িৎ চৌম্বকীয় রশ্মির দৃশ্যমান অংশের মধ্যে পড়ে। Cu^{2+} এর ক্ষেত্রে প্রত্যক্ষিত বর্ণের উৎস নিম্নে দেখানো হলো:

যেমন, Cu (II) হলো অবস্থান্তর মৌল।



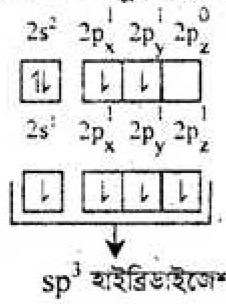
মূলত অবস্থান্তর মৌল কর্তৃক শোষিত আলোক রশ্মি দৃশ্যমান অঞ্চলে বিরাজ করে বিধায় এদের যৌগসমূহ রঙিন হয়ে থাকে।

গ প্রদত্ত 6 ও 17 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট B ও R মৌল দুটি যথাক্রমে কার্বন (C) ও ক্লোরিন (Cl)। কার্বন ও ক্লোরিন মৌল সমন্বয়ে সমযোজী বন্ধন দ্বারা গঠিত যৌগটি হলো কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4)।

স্বাভাবিক ও উত্তেজিত অবস্থায় C পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$C(6) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^0$

$C^*(6) \rightarrow 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

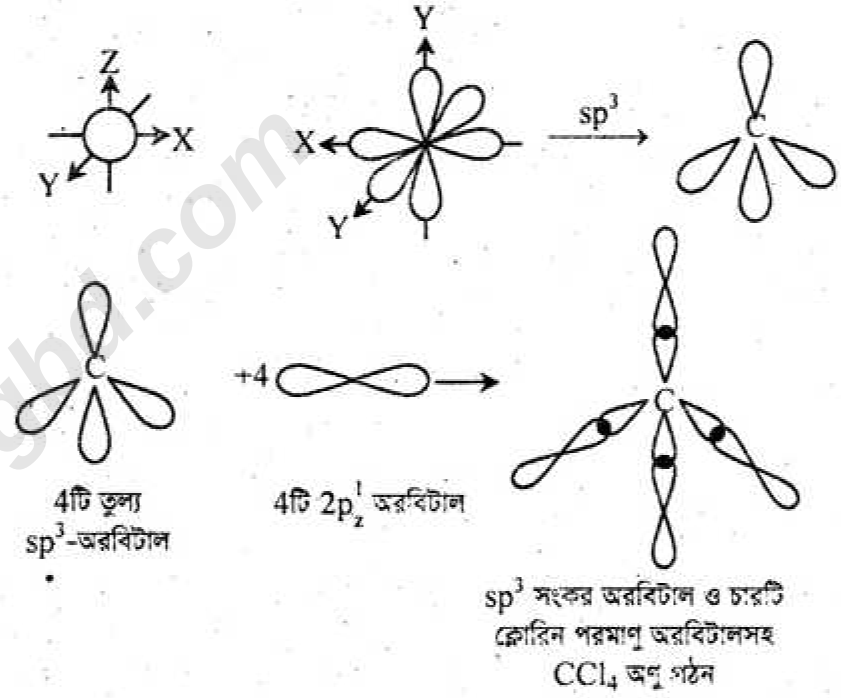


উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে বলা যায় যে, যৌগটির কেন্দ্রীয় পরমাণুর বহিঃস্তরে 4টি অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকায় এতে sp^3 সংকরণ ঘটবে।

ক্লোরিন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$Cl(17) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^2\ 3p_y^2\ 3p_z^1$

কার্বন পরমাণুর এ চারটি sp^3 হাইব্রিড অরবিটালের সঙ্গে 4টি Cl পরমাণুর $3p_z^1$ অরবিটালের পৃথকভাবে সংযুক্তির ফলে চারটি (C – Cl) সিগমা বন্ধন (σ) উৎপন্ন হয়েছে এবং কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) অণু সৃষ্টি হয়েছে। এর ফলে CCl_4 অণুর চারটি বন্ধনের প্রকৃতি একই রকম হয় এবং এ চারটি বন্ধন একটি তুস্তলকের চারটি শীর্ষবিন্দুর দিকে প্রসারিত থাকে।



চিত্র: CCl_4 অণু গঠন প্রক্রিয়া

ঘ এখানে 11 ও 47 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট A ও X মৌল দুটি যথাক্রমে সোডিয়াম (Na) ও সিলভার (Ag) এবং R মৌলটি হলো ক্লোরিন (Cl)। কাজেই AR যৌগটি হলো সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) এবং XR যৌগটি হলো সিলভার ক্লোরাইড (AgCl)।

আমরা জানি, NaCl পানিতে দ্রবণীয় হলেও AgCl পানিতে দ্রবণীয় নয়। কারণ হিসেবে ফাজানের নীতি দ্বারা বিষয়টি ব্যাখ্যা করা যায়। এ নীতি অনুযায়ী, কোনো ক্যাটায়ন দ্বারা অ্যানায়নের যত বেশি পোলারায়ন হবে, যৌগটির বন্ধন প্রকৃতি আদর্শ আয়নিক বন্ধনের প্রকৃতি থেকে তত বেশি বিচ্যুত হয়ে সমযোজী বন্ধনের বৈশিষ্ট্য লাভ করবে। এক্ষেত্রে ক্যাটায়নের ইলেকট্রন বিন্যাস একটি গুরুত্বপূর্ণ ফ্যাক্টর। পর্যায় তালিকায় d ও f অরবিটালের ইলেকট্রনযুক্ত ক্যাটায়নের পোলারায়ন ক্ষমতা, s ও p অরবিটালের ইলেকট্রনযুক্ত ক্যাটায়নের পোলারায়ন ক্ষমতা অপেক্ষা বেশি। অর্থাৎ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ns^2np^6 গঠনের চেয়ে $ns^2np^6nd^{10}$ গঠনকারী ক্যাটায়নের পোলারায়ন ক্ষমতা অনেক বেশি। এ কারণে 8 ইলেকট্রন গঠনকারী Na^+ ($1s^22s^22p^6$) আয়নের যৌগের (NaCl) তুলনায় 18 ইলেকট্রন গঠনধারী Ag^+ ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^1$) আয়নের যৌগের (AgCl) মধ্যে সমযোজী বৈশিষ্ট্যের আধিক্য দেখা যায়। এ কারণেই আয়নিক প্রকৃতির NaCl যৌগ পানিতে

দ্রবণীয় হলেও সমযোজী বৈশিষ্ট্যের আধিক্যযুক্ত হওয়ায় AgCl যৌগটি পানিতে অদ্রবণীয় হয়।

সুতরাং উপরোক্ত বর্ণনার আলোকে এবং ফাজানের নীতি অনুসারে এ কথা বলা যায় যে, NaCl দ্রবণীয় কিন্তু AgCl অদ্রবণীয়।

প্রশ্ন ▶১২

মৌল	বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস
B	$ns^2\ np^4$
C	$(n+1)s^2\ (n+1)p^4$
	যেখানে $n = 2$

/রা. বো. ২০১৫/

ক. দ্রাব্যতা কী? ১

খ. HF দুর্বল এসিড কিন্তু HCl তীব্র কেন? ২

গ. B দ্বারা গঠিত হাইড্রাইড যৌগটির বন্ধন প্রকৃতি ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. B ও C দ্বারা গঠিত হাইড্রাইড যৌগদ্বয়ের ভৌত অবস্থা ভিন্ন— বিশ্লেষণ করো। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 100 গ্রাম দ্রাবককে সম্পৃক্ত দ্রবণে পরিণত করতে যত গ্রাম দ্রবের প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ দ্রবের দ্রাবতা বলে।

খ যে সব এসিডের বিয়োজন ধ্রুবকের (K_a) মান বেশি, সেগুলোকে তীব্র এসিড বলা হয়। যেহেতু HCl এর K_a এর মান বেশি সুতরাং এটি একটি তীব্র এসিড। জলীয় দ্রবণে HCl প্রায় সম্পূর্ণভাবে বিয়োজিত হয়। আবার হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার বিশাল পার্থক্যের কারণে হাইড্রোজেন পরমাণু সহজেই বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় $(H^{\delta+} - Cl^{\delta-})$।

অপরদিকে সমযোজী HF অণুতে কিছুটা আয়নীয় চরিত্রের সৃষ্টি হয়। HF এর K_a এর মান অনেক কম। তাই জলীয় দ্রবণে HF এর বিয়োজনে সৃষ্ট H_3O^+ বা H^+ এবং F^- আয়ন মুক্তভাবে বিচরণ করে না, বরং তারা আয়ন যুগল হিসেবে থাকে। $H_2O + HF \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$।

তাই বলা যায় HF একটি দুর্বল এসিড হলেও HCl হলো তীব্র এসিড।

গ এখানে $n = 2$ হওয়ায় প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী B মৌলটি হলো অক্সিজেন। সুতরাং অক্সিজেনের হাইড্রাইড হলো H_2O।

H_2O যৌগের বন্ধন প্রকৃতি নিচে আলোচনা করা হলো—

H ও O পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$H(1) \rightarrow 1s^1$

$O(8) \rightarrow 1s^1\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

অর্থাৎ H পরমাণুর যোজনী ইলেকট্রন একটি এবং O পরমাণুর যোজনী ইলেকট্রন 6টি যার মধ্যে 2টি বিজোড় বা অযুগ্ম অবস্থায় আছে। যখন 2টি H পরমাণু একটি O পরমাণুর নিকটে আসে তখন 2টি H পরমাণুর ও 1টি O পরমাণুর 2টি ইলেকট্রন যুগল পরস্পর শেয়ার করে দুটি পৃথক সমযোজী একক বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে পানি (H_2O) অণু গঠন করে।

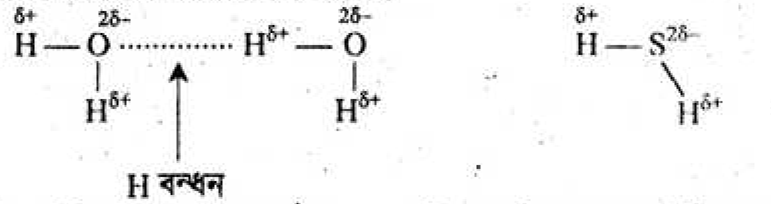
$$2H^{\times} + :\ddot{O}: \rightarrow :\ddot{O}\overset{\times}{\cdot}H \text{ বা, } O-H \text{ বা, } H_2O$$
$$\quad\quad\quad\quad\quad\quad H \quad\quad\quad H$$

তাই বলা যায় যে, মূলত অযুগ্ম ইলেকট্রনের শেয়ারের মাধ্যমে গঠিত সমযোজী বন্ধনের ফলে প্রদত্ত অক্সিজেনের হাইড্রাইড যৌগ H_2O গঠিত হয়।

ঘ এখানে $n = 2$ হওয়ায় প্রদত্ত C মৌলটি হলো সালফার। সুতরাং B ও C দ্বারা গঠিত হাইড্রাইডদ্বয় হচ্ছে যথাক্রমে H_2O ও H_2S।

নিম্নে H_2O ও H_2S এর ভৌত অবস্থার ভিন্নরূপ তার কারণসহ বিশ্লেষণ করা হলো :

অক্সিজেন ও সালফার পর্যায় সারণির একই গ্রুপে অবস্থিত। ফলে তাদের হাইড্রাইড যৌগে অর্থাৎ H_2O এবং H_2S এর ধর্মে, গ্রুপভিত্তিক বৈশিষ্ট্যে মিল থাকা স্বাভাবিক। কিন্তু সাধারণ তাপমাত্রায় H_2S গ্যাসীয় অথচ H_2O একটি তরল পদার্থ। পানিতে অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য $(3.5-2.1) = 1.4$, যা পোলার যৌগ উৎপন্ন করে। অপরদিকে, H_2S যৌগে সালফার ও হাইড্রোজেনের মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য $(2.5 - 2.1) = 0.4$ যা পোলার যৌগ গঠনের সহায়ক নয়। কেননা, একটি যৌগে দুটি মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য, 0.5 থেকে 1.7 পর্যন্ত হলে যৌগটি পোলার হয়। আমরা জানি, পোলার H_2O অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন সম্ভব এবং অপোলার H_2S অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন সম্ভব নয়। পানিতে হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতির ফলে পানির অণুসমূহ পরস্পরকে আকৃষ্ট করে এবং অসংখ্য অণু সংঘবদ্ধভবে বিরাজ করে। এর ফলে, পানিতে অণুসমূহের মধ্যকার আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায় এবং পানি তরল অবস্থা প্রাপ্ত হয়। অপরদিকে, H_2S এর অণুসমূহে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠনের কোনো সুযোগ নেই বলে এটি পৃথক অণু হিসেবে গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে এবং H_2S অণুসমূহের মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বল কার্যকর থাকে।



চিত্র : পানির (H_2O) অণুর গঠন চিত্র : হাইড্রোজেন সালফাইড H_2S অণুর গঠন

প্রশ্ন ▶১৩ D, Q ও R মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 6, 7 ও 8।

/দি. বো. ২০১৭/

ক. ভ্যান্ডারওয়ালস বল কী? ১

খ. $CaCl_2$ এবং $AlCl_3$ লবণদ্বয়ের মধ্যে কোনটি পানিতে অধিক দ্রবণীয় এবং কেন? ২

গ. উদ্দীপকের DH_4 এবং H_2R এর ভৌত অবস্থার ক্ষেত্রে মূলত হাইড্রোজেন বন্ধনই দায়ী— ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে অণু তিনটির আকৃতির ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

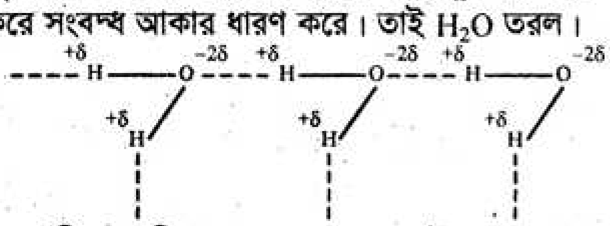
১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো অপোলার সমযোজী যৌগে তার অণুসমূহ যে দুর্বল আকর্ষণ বলের মাধ্যমে পরস্পরের সাথে যুক্ত থাকে তাকে ভ্যান্ডারওয়ালস আকর্ষণ বল বলে।

খ $CaCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে Al^{3+} এর আকার Ca^{2+} অপেক্ষা ছোট। তাই এর চার্জ ঘনত্ব বেশি। সুতরাং ফাজানের নীতি অনুসারে $AlCl_3$ এর সমযোজী বৈশিষ্ট্য $CaCl_2$ অপেক্ষা বেশি ও Al^{3+} কর্তৃক Cl^- আয়নের পোলারায়নও বেশি হয়। অপরদিকে, $CaCl_2$ এর আয়নিক বৈশিষ্ট্য বেশি বলে পানিতে এর Ca^{2+} এবং $2Cl^-$ পানির বিপরীতধর্মী চার্জ দ্বারা সম্পূর্ণ বেষ্টিত থাকে। তাই $CaCl_2$ এর দ্রবণীয়তা $AlCl_3$ লবণ অপেক্ষা বেশি।

গ দেওয়া আছে, D ও R মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 6 ও 8। সুতরাং D মৌলটি হলো কার্বন ও R মৌলটি হলো অক্সিজেন। তাই DH_4 যৌগটি হলো CH_4 ও H_2R হলো H_2O।

কক্ষ তাপমাত্রায় প্রদত্ত H_2O তরল অবস্থায় থাকলেও CH_4 এর ভৌত অবস্থা গ্যাসীয় হয়। কারণ H_2O অণুতে হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত অক্সিজেন পরমাণু অতিশয় তড়িৎ ঋণাত্মক হওয়ায় H ও O এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য অনেক বেশি। ফলে H_2O অণুতে সমযোজী বন্ধনে অতিমাত্রায় ডাইপোলের সৃষ্টি হয়। বন্ধনে সৃষ্ট এই পোলারিটি বা ডাইপোল H_2O অণুতে হাইড্রোজেন বন্ধনের সৃষ্টি করে। আর এভাবে সৃষ্ট H-বন্ধনের কারণেই H_2O অণুসমূহ পরস্পর পরস্পরকে আকৃষ্ট করে সংবদ্ধ আকার ধারণ করে। তাই H_2O তরল।



[চিত্র: পানির অণুসমূহের মধ্যে সৃষ্ট H বন্ধন]

অপরপক্ষে CH_4 অণুতে C ও H এর মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য খুব কম। তাই শর্তসাপেক্ষে CH_4 অণুতে C–H বন্ধনে খুবই সামান্য পোলারায়ন ঘটে। যার ফলে CH_4 অণুর মধ্যে আর H-বন্ধন গঠিত হয় না। তাই CH_4 সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাসীয় হয়।

উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায়, প্রদত্ত যৌগদ্বয়ের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য বিবেচনায় যৌগদ্বয়ে ডাইপোল বা পোলারায়নের উদ্ভব হয়। আর এই উদ্ভূত পোলারায়নে H-বন্ধন বিদ্যমান যা যৌগদ্বয়ের সম্পূর্ণ ভিন্ন বাহ্যিক অবস্থা দান করে।

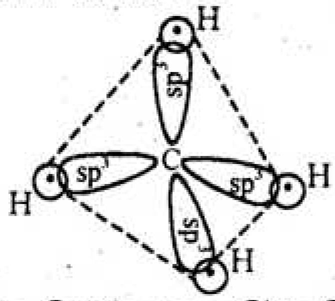
সুতরাং বলা যায়, DH_4 ও H_2R এর ভৌত অবস্থার ক্ষেত্রে মূলত H-বন্ধনই দায়ী।

ঘ প্রদত্ত অণু তিনটি হলো CH_4, NH_3 ও H_2O।

এখন, CH_4 অণুতে C এর ইলেকট্রন বিন্যাস:

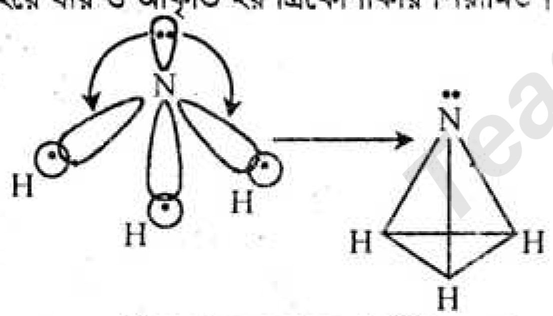
$$^*C_6 \rightarrow 1s^2\, 2s^1\, 2p_x^1\, 2p_y^1\, 2p_z^1$$

মিথেন অণুতে কার্বনের চারটি sp^3 সংকর অরবিটালের সঙ্গে চারটি H-পরমাণুর s orbital অধিক্রমণ করে চারটি কার্বন হাইড্রোজেন সিগমা বন্ধন গঠন করে। যেহেতু, sp^3 সংকরণ তাই শর্তসাপেক্ষে অণুর আকৃতি চতুস্তলকীয় ও বন্ধন কোণ হয় 109.5°।



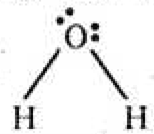
[চিত্র: মিথেন অণুর অরবিটাল চিত্র]

অপরদিকে, NH_3 অণুতে N পরমাণুর শেষ কক্ষপথে 3টি বিজোড় ইলেকট্রন আছে। তিনটি H-পরমাণুর শেষ খোলকের একটি করে ইলেকট্রন N এর সাথে যুক্ত হয়ে sp^3 সংকরণের মাধ্যমে NH_3 অণু গঠন করে। sp^3 সংকরণ বলে এখানেও আকৃতি চতুস্তলকীয় হওয়ার কথা। কিন্তু NH_3 অণুতে একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় বিদ্যমান যা বন্ধন জোড় ইলেকট্রনকে বিকর্ষণ করে। ফলে বন্ধন কোণ 109.5° থেকে কমে 107° হয়ে যায় ও আকৃতি হয় ত্রিকোণাকার পিরামিড।



[চিত্র: NH_3 অণুর আকৃতি]

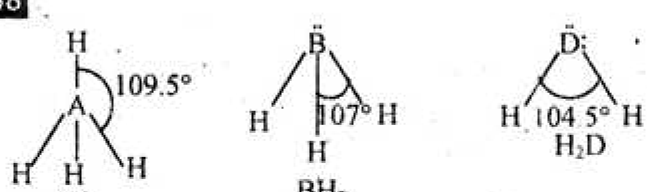
আবার, H_2O এর অণুতেও sp^3 সংকরণ বিদ্যমান। কিন্তু এখানে দুটি মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকায় বিকর্ষণ আরও বেড়ে যায় ও আকৃতি কৌণিক বা উল্টা V আকৃতির হয়ে যায়। ফলে বন্ধন কোণ হয় 104.5°।



[চিত্র: H_2O অণুর আকৃতি]

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায়, অণু তিনটির আকৃতির ভিন্নতার কারণ মূলত অণুতে বিদ্যমান মুক্ত জোড় ও বন্ধন জোড় ইলেকট্রনের মধ্যেকার বিকর্ষণ।

প্রশ্ন ▶ ১৪



A, B ও D মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 6, 7 ও 8।

[দি. বো. ২০১৬]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১

খ. রক্তের বাফার ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের AH_4 এবং H_2D এর ভৌত অবস্থার ক্ষেত্রে মূলত হাইড্রোজেন বন্ধনই দায়ী ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের অণু তিনটির আকৃতি ও বন্ধন কোণের উপর মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের প্রভাব বিশ্লেষণ করো। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় কম পরিবেশ দূষণ করে এমন সব প্রক্রিয়া ও উৎপাদন পদ্ধতি নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে সবুজ রসায়ন বলে।

খ রক্তে ফসফেট (PO_4^{3-}) মূলক, বাইকার্বনেট (HCO_3^-) মূলক ও প্রোটিন বাফার ক্রিয়ায় অংশ নেয়। রক্তে অম্লের পরিমাণ বেড়ে গেলে H^+ আয়ন শোষিত হয়ে নিম্নের কৌশল অনুসারে প্রশমিত হয়।

$$H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$$

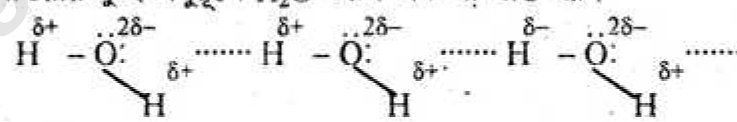
CO_2 ফুসফুসের মাধ্যমে প্রশ্বাসের সাথে নির্গত হয়। অন্যদিকে ক্ষারের পরিমাণ বেড়ে গেলে ক্ষারের OH^- মূলক নিম্নোক্ত উপায়ে শোষিত হয়।

$$OH^- + H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H_2O$$

কিন্তু ফসফেট বাফার সিস্টেমটি একটি আন্তঃকোষীয় বাফার এবং রক্তের ক্ষেত্রে এর নিম্ন ঘনমাত্রার জন্য এটি তেমন গুরুত্বপূর্ণ নয়। আর প্লাজমার বাফার দক্ষতা প্রোটিন বাফার সিস্টেম দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।

গ আমরা জানি, যে বলের প্রভাবে কোন অণুর হাইড্রোজেন পরমাণু একই বা সন্নিহিত অণুদ্বয়ের দুটি তড়িৎ ঋণাত্মক পরমাণুর মধ্যে একটি সেতু রচনা করে তাকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

প্রদত্ত AH_4 এবং H_2D যৌগ দুটি হবে যথাক্রমে CH_4 ও H_2O। যৌগ দুটির মধ্যে H_2O সাধারণ তাপমাত্রায় তরল। হাইড্রোজেন বন্ধন উপস্থিত থাকার কারণে H_2O অণুসমূহ পরস্পরকে আকৃষ্ট করে সংঘবদ্ধ বা গুচ্ছাকারে রাখে। ফলে এদের আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পাওয়ায় গুচ্ছ অণুরূপে H_2O তরল অবস্থা প্রাপ্ত হয়।



অপরদিকে CH_4 অণুতে C ও H এর মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য খুব কম বলে এখানে ডাইপোলের সৃষ্টি হয় না। এজন্য CH_4 অণুতে H-বন্ধনও গঠিত হয় না। তাই CH_4 এর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক খুব কম হয় এবং ভৌত অবস্থা গ্যাসীয় হয়।

অতএব উপরিউক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে বলা যায় যে হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতি এবং অনুপস্থিতির উপর ভিত্তি করে প্রদত্ত যৌগ দুটির ভৌত অবস্থা ভিন্ন হয়।

ঘ প্রদত্ত যৌগ তিনটি হলো যথাক্রমে CH_4, NH_3 এবং H_2O। এদের আকৃতি ও বন্ধন কোণের উপর মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের প্রভাব নিচে ব্যাখ্যা করা হলো–

অবশিষ্ট অংশ সৃজনশীল ১৩ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৫

মৌল	সর্বশেষ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস
A	$ns^2\, np^3$
B	$ns^2\, np^4$

n = 2। A ও B উভয়ই H_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রাইড গঠন করে। উক্ত উদ্দীপকের আলোকে নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

[দি. বো. ২০১৬]

ক. প্রভাবক সহায়ক কী? ১

খ. তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়ার গতিবেগ বাড়ে কেন? ২

গ. AH_3 যৌগে বিদ্যমান বন্ধন গঠন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩

ঘ. A ও B এর হাইড্রাইডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরণ প্রক্রিয়া একই হওয়া সত্ত্বেও তাদের আকৃতি ভিন্ন— বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়, তাদেরকে প্রভাবক সহায়ক বলে।

খ বিক্রিয়ার গতির উপর তাপমাত্রার যথেষ্ট প্রভাব রয়েছে। বিজ্ঞানী আরহেনিয়াসের পরীক্ষা থেকে দেখা যায় যে, প্রতি 10°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য প্রায় সব বিক্রিয়ার হার দ্বিগুণ বা তিনগুণ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ হলো—

i. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বিক্রিয়ক অণু বা আয়নগুলোর গতিবেগ বৃদ্ধি পায়।
ii. অণুগুলোর মধ্যে সংঘর্ষের হার বৃদ্ধি পায়।
iii. অধিকতর সংখ্যক অণু বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সক্রিয়ন শক্তি লাভ করে থাকে।

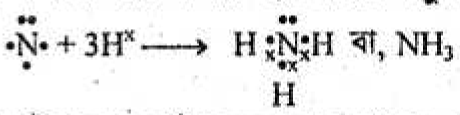
গ প্রদত্ত A মৌলটি হলো নাইট্রোজেন (N)। সুতরাং AH_3 যৌগটি হলো NH_3। নিচে NH_3 এর বন্ধন গঠন প্রক্রিয়া বর্ণনা করা হলো:

N ও H এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$N(7) \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p_x^1\, 2p_y^1\, 2p_z^1$

$H(1) \rightarrow 1s^1$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, H পরমাণুর যোজনী ইলেকট্রন হলো 1টি। অপরদিকে N পরমাণুর বহিঃস্থস্তরে অযুগ্ম ইলেকট্রন আছে 3টি। তাই 3টি H পরমাণু ও 1টি N পরমাণু কাছাকাছি এসে তাদের মধ্যে 3টি ইলেকট্রন যুগল সৃষ্টি ও শেয়ার করে 3টি পৃথক সমযোজী একক বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে অ্যামোনিয়া অণু গঠন করে।



সুতরাং উপরোক্ত বর্ণনা অনুসারে বলা যায়, 1টি N ও 3টি H পরমাণুর অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর শেয়ারের ফলে NH_3 অণু গঠিত হয়।

ঘ এখানে প্রশ্নানুসারে A মৌলটি হলো নাইট্রোজেন এবং B মৌলটি হলো অক্সিজেন।

এখন, A ও B এর সাথে হাইড্রোজেন গঠিত যৌগ হলো NH_3 এবং H_2O। এদের আকৃতি এক হলেও বন্ধন কোণ ভিন্ন।

অবশিষ্ট অংশ সৃজনশীল ৯ এর 'গ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

অপরদিকে H_2O অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণুতে ২টি বন্ধন জোড় ও ২টি মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকে এবং এখানেও sp^3 সংকরণ হয়। কিন্তু মুক্ত জোড় ইলেকট্রন এক জোড়া বেশি থাকায় অক্সিজেনে বিকর্ষণ বেশি হয় ফলে বন্ধন কোণ অধিকতর কমে 104.5° হয়।

সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে এ কথা বলা যায় যে, মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের উপস্থিতির কারণেই NH_3 ও H_2O এর বন্ধন কোণের মধ্যে স্পষ্ট পার্থক্য রয়েছে।

প্রশ্ন ▶ ১৬

শ্রেণি → / পর্যায় ↓	1	15	17
1	X	–	–
2	–	Y	–
3	–	–	Z

[কু. বো. ২০১৭]

ক. প্রভাবক বিষ কী? ১
খ. HCl একটি পোলার যৌগ কেন? ২
গ. উদ্দীপকের আলোকে YX_4Z যৌগে বিদ্যমান বন্ধনসমূহ ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. YX_3 এবং YX_4^+ এর ক্ষেত্রে একই সংকরণ থাকা সত্ত্বেও বন্ধন কোণ ভিন্ন হয় কেন? বিশ্লেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থ প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস এমনকি বন্ধ করে দেয় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

খ HCl যৌগে Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা H অপেক্ষা অনেক বেশি। ফলে HCl যৌগে সমযোজী বন্ধনে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন Cl অনেকটা নিজের দিকে টেনে নেয় ও ঋণাত্মক চার্জে (Cl^-) পরিণত হয়। ফলে H আংশিক ধনাত্মক চার্জে (H^+) পরিণত হয়। এভাবে HCl যৌগে দুটি বিপরীত মেরুর বা মৌলের সৃষ্টি হয়। তাই বলা হয় HCl একটি পোলার যৌগ।

গ এখানে, X মৌলটি পর্যায় সারণীর গ্রুপ –1 এর পর্যায় 1, Y মৌলটি গ্রুপ 15 এর পর্যায় 2 ও Z মৌলটি গ্রুপ 17 এর পর্যায় 3 এ অবস্থিত। তাই X, Y, Z মৌলগুলো হলো যথাক্রমে H, N ও Cl। সুতরাং YX_4Z যৌগটি হলো NH_4Cl।

NH_4Cl যৌগে তিন ধরনের বন্ধন বিদ্যমান-সমযোজী বন্ধন, সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন ও আয়নিক বন্ধন।

N পরমাণুর শেষ খোলকের ৩টি বিজোড় ইলেকট্রন ৩টি H পরমাণুর বিজোড় ইলেকট্রনের সাথে শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে NH_3 তৈরি করে। NH_3 এর N পরমাণুতে এক জোড়া মুক্ত জোড় ইলেকট্রন বিদ্যমান। NH_3 এই মুক্ত জোড় ইলেকট্রন H^+ কে দান করে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধনের দ্বারা NH_4^+ তৈরি করে।

$$\ddot{N}H_3 \;\; H^+ = NH_4^+$$

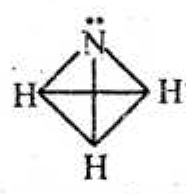
এবার ধনাত্মক NH_4^+ ও ঋণাত্মক Cl^- আয়ন আয়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত হয়ে আয়নিক যৌগ NH_4Cl গঠন করে।

তাই উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে উল্লেখিত NH_4Cl যৌগে আলোচ্য তিন প্রকার বন্ধন অন্তর্নিহিত রয়েছে।

ঘ প্রদত্ত পর্যায় সারণি অনুসারে YX_3 যৌগটি হলো NH_3 ও YX_4^+ আয়নটি হলো NH_4^+। NH_3 যৌগে N এর ইলেকট্রন বিন্যাস,

$${}_7N \longrightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p_x^1\, 2p_y^1\, 2p_z^1$$

N পরমাণুর তিনটি বিজোড় ইলেকট্রনের সাথে তিনটি H পরমাণুর বিজোড় ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে sp^3 সংকরায়নের দ্বারা NH_3 গঠিত হয়। যেহেতু, sp^3 সংকরায়ন তাই শর্তানুসারে আকৃতি চতুস্থলকীয় ও বন্ধন কোণ 109.5° হওয়ার কথা। কিন্তু NH_3 অণুতে এক জোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় থাকায় তা বিদ্যমান বন্ধন জোড় ইলেকট্রনকে বিকর্ষণ করে। ফলে আকৃতি হয়ে যায় ত্রিকোণাকার পিরামিড ও বন্ধন কোণ হয় 107°।



[চিত্র : NH_3 অণুর আকৃতি]

আবার, NH_4^+ আয়নের মধ্যেও sp^3 সংকরায়ন বিদ্যমান। এক্ষেত্রে N এর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় H^+ কে দান করে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে। ফলে এখানে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় না থাকায় বন্ধন জোড় ইলেকট্রনের সাথে বিকর্ষণ হয় না। তাই বন্ধন কোণ হয় 109.5° অর্থাৎ অপরিবর্তিত থাকে।

সুতরাং, উপরোক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, প্রদত্ত যৌগদ্বয়ে সংকরণ একই অর্থাৎ sp^3। কিন্তু এদের আকৃতি ও বন্ধন কোণে যে ভিন্নতা দেখা যায় তা যৌগদ্বয়ে বিদ্যমান মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের উপস্থিতি ও বন্ধন জোড় ইলেকট্রনের সাথে বিকর্ষণ।

প্রশ্ন ▶ ১৭

মৌলের নাম	বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস
A	$3d^6\, 4s^2$
B	$4d^{10} 4s^2$
C	$3s^2\, 3p^5$

[কু. বো. ২০১৭]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১
খ. ক্রোমিয়াম ব্যতিক্রমধর্মী ইলেকট্রন বিন্যাস দেখায় কেন? ২
গ. AC_2 ও AC_3 যৌগদ্বয়ের মধ্যে কোনটি অধিক সমযোজী আলোচনা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের কোন যৌগটি রঙিন যৌগ গঠন করে? বিশ্লেষণ করো। ৪

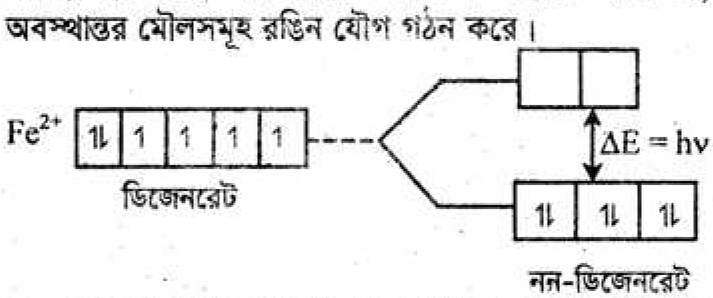
১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি সঞ্চয় করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ Cr এর পারমাণবিক সংখ্যা 24। Cr-এর ইলেকট্রন বিন্যাসে শেষ ইলেকট্রন d অরবিটালে প্রবেশ করে। Cr এর আগের মৌলের ইলেকট্রন ইলেকট্রন বিন্যাস,
$1s^22s^22p^6 3s^23p^63d^3 4s^2$
তাহলে নিয়ম অনুযায়ী Cr এর $3d^4$ হওয়ার কথা। কিন্তু আমরা জানি যে, অর্ধপূর্ণ ও পূর্ণ অরবিটালগুলো স্থিতিশীল। এই স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষ্যে তাই Cr ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে $3d^4$ কনফিগারেশন না হয়ে $3d^5$ হয় ও 4s কনফিগারেশন $4s^1$ হয়ে যায়।
$24^{Cr} \to 1s^2\ 2s^22p^6\ 3s^23p^63d^5\ 4s^1$
এজন্য Cr ব্যতিক্রমধর্মী ইলেকট্রন বিন্যাস দেখায়।

গ প্রদত্ত A ও C মৌলের বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে $3d^64s^2$ ও $3s^23p^5$। সুতরাং A মৌলটি হলো Fe এবং C মৌলটি হলো Cl। সুতরাং AC_2 যৌগটি হলো $FeCl_2$ ও AC_3 যৌগটি হলো $FeCl_3$। $FeCl_2$ যৌগের ক্যাটায়ন Fe^{2+} ও অ্যানায়ন Cl^-। $FeCl_3$ যৌগের Fe^{3+} এর চার্জ ঘনত্ব $FeCl_2$ এর Fe^{2+} অপেক্ষা বেশি। তাই $FeCl_2$ এর থেকে Fe^{3+} ও Cl^- যখন নিকটে আসে তখন Fe^{3+} দ্বারা Cl^- এর ইলেকট্রন মেঘের বিকৃতি বা পোলারায়ন বেশি ঘটে। কারণ আমরা জানি, ফাযানের নীতি অনুসারে চার্জ ঘনত্ব যত বেশি হয় পোলারায়ন তত বেশি হয় ও যৌগ তত বেশি সমযোজী বৈশিষ্ট্য দেখায়।
সুতরাং বলা যায় ফাযানের নীতি অনুসরণ করে প্রদত্ত যৌগে বিদ্যমান ক্যাটায়নের চার্জ ঘনত্ব বিবেচনা করে যৌগদ্বয়ের মধ্যে সমযোজী বৈশিষ্ট্যের তুলনা করা হয়। তাই Fe^{3+} আয়নের চার্জ ঘনত্ব Fe^{2+} এর চেয়ে বেশি হওয়ায় $FeCl_2$ ও $FeCl_3$ এর মধ্যে $FeCl_3$ বেশি সমযোজী।

ঘ এখানে প্রদত্ত মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায়, সর্বশেষ ইলেকট্রন শুধুমাত্র A মৌলের ক্ষেত্রে d অরবিটালে প্রবেশ করে। এখানে ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী A মৌলটি হলো Fe। সুতরাং Fe, d ব্লক মৌল এবং অবস্থান্তর মৌলের বৈশিষ্ট্যানুসারে এর সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d অরবিটাল আংশিক পূর্ণ থাকে। তাই একই সাথে Fe অবস্থান্তর মৌলও। আমরা জানি যে, সাধারণত অবস্থান্তর মৌলসমূহ রঙিন যৌগ গঠন করে।



Fe- এ সাধারণভাবে পাঁচটি d অরবিটাল সমশক্তিস্তরে অবস্থান করে। একে ডিজেনরেট অবস্থা বলা হয়। কিন্তু যখনই কোনো লিগ্যান্ড যুক্ত হওয়ার জন্য এই d-অরবিটাল এর নিকটে আসে তখন d অরবিটাল এ বর্তমান ইলেকট্রন ও লিগ্যান্ডের নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়ের মধ্যে বিকর্ষণ ঘটে। এ বিকর্ষণ বলের প্রভাবে d-অরবিটাল এর মধ্যে শক্তির পার্থক্য ঘটে এবং নন ডিজেনারেট অবস্থার সৃষ্টি হয়। এ অবস্থায় শক্তির পার্থক্য (ΔE) ঘটে। এ ΔE এর মান যদি দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমার মধ্যে পড়ে, তবে d orbital এর বিজোড় ইলেকট্রন ঐ আলো শোষণ করে। আলোর অবশিষ্ট তরঙ্গ Fe এর আয়ন দ্বারা শোষিত হয় এবং এর সম্পূরক আলো বিকিরিত হয়। বিকিরিত সম্পূরক আলোর বর্ণটিই হবে যৌগটির বর্ণ। আর এভাবেই সৃষ্ট শক্তির পার্থক্য যখন দৃশ্যমান আলোর সীমার মধ্যে থাকে এবং অবশিষ্ট আলো দ্বারা শোষিত আয়ন যখন বর্ণের সম্পূরক হয় তখনই প্রদত্ত যৌগ বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই Fe রঙিন যৌগ গঠন করে।

প্রশ্ন ▶ ১৮

পর্যায়

শ্রেণি	2	14
২য়	A	B
৩য়	C	E

[কু. বো. ২০১৬]

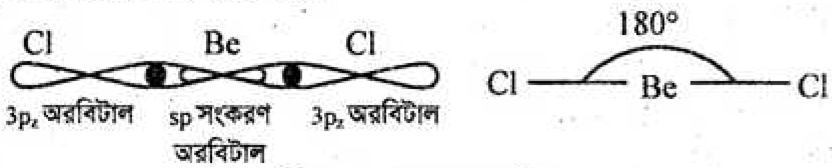
ক. ইলেকট্রন আসক্তি কী? ১
খ. নাইট্রোজেনকে নিষ্ক্রিয় মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. A এর হ্যালাইড যৌগের জ্যামিতি ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. B ও E এর অক্সাইডের ভৌত অবস্থার ভিন্নতার কারণ ব্যাখ্যা করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যাসীয় অবস্থায় কোন মৌলের 1mol বিচ্ছিন্ন পরমাণুর সাথে 1mol ইলেকট্রন যুক্ত হয়ে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন এক মোল একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়নে পরিণত হতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে সেই মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলা হয়।

খ নাইট্রোজেন গ্যাসকে নিষ্ক্রিয় মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হয়। কারণ নাইট্রোজেন অণুতে ($N \equiv N$) নাইট্রোজেন-নাইট্রোজেন ত্রিবন্ধন বিদ্যমান। ফলে, এ মৌলকে কোন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে হলে প্রথমে এর ত্রিবন্ধন ভেঙ্গে একক পরমাণুতে পরিণত হতে হয়। কিন্তু এ ত্রিবন্ধন ভাঙতে প্রায় 3000°C এর উপর তাপমাত্রার প্রয়োজন। এ তাপমাত্রার নিচে নাইট্রোজেন কোন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। অর্থাৎ স্বাভাবিক তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন নিষ্ক্রিয়। তাই নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পরিবর্তে নাইট্রোজেন গ্যাসকে নিষ্ক্রিয় মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

গ প্রশ্নে প্রদত্ত A যৌগটি হলো Be। Be এর হ্যালাইড $BeCl_2$ এর জ্যামিতিক গঠন প্রক্রিয়া নিম্নরূপ—
Be পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^22s^2$, উদ্দীপিত অবস্থায় 2s অরবিটাল থেকে 2p অরবিটালে 1টি ইলেকট্রন স্থানান্তরের ফলে ইলেকট্রন বিন্যাস দাঁড়ায় $1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1$। ফলে এতে দুটি বিজোড় ইলেকট্রন যুক্ত অরবিটাল সৃষ্টি হয়। এ অবস্থায় বেরিলিয়াম পরমাণুতে sp সংকরণ হয়। উৎপন্ন সংকর অরবিটালদ্বয়ে একটি করে ইলেকট্রন থাকায় এরা দুটি ক্লোরিন পরমাণুর [$Cl = 1s^22s^22p^63s^23p^5$] এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট $3p_z^1$ অরবিটালের সাথে অধিক্রমণ প্রক্রিয়ায় দুটি Be-Cl বন্ধন সৃষ্টি করে। এভাবেই $BeCl_2$ গঠিত হয়।



চিত্র: $BeCl_2$ অণুর গঠন

এক্ষেত্রে sp সংকরণ হওয়ায় ∠ClBeCl = 180° হয় অর্থাৎ $BeCl_2$ অণুর আকৃতি হয় সরল রৈখিক।

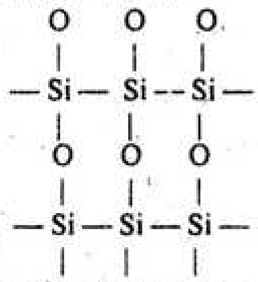
ঘ এখানে B এবং E মৌল দুটি যথাক্রমে কার্বন (C) এবং সিলিকন (Si)। মৌল দুটির অক্সাইড হলো যথাক্রমে CO_2 এবং SiO_2। এদের মধ্যে স্বাভাবিক তাপমাত্রায় CO_2 গ্যাসীয় হলেও SiO_2 একটি উচ্চ গলনাংক বিশিষ্ট কঠিন যৌগ। নিচে এর কারণসহ ব্যাখ্যা দেওয়া হলো—
C ও O এর আকার প্রায় সমান হওয়ায় C ও O পরমাণুর p–p অরবিটালের অভিলেপনের মাধ্যমে পরস্পর দ্বি-বন্ধন গঠন করে অর্থাৎ

CO_2 একটি একক অণু হিসেবে অবস্থান করে এবং এদের মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার-ওয়ালস বল কাজ করে। তাই CO_2 গ্যাসীয় হয়। CO_2 এর সরলরৈখিক গঠন নিম্নরূপ:

$$O=C=O$$

চিত্র: সরলরৈখিক CO_2 অণু

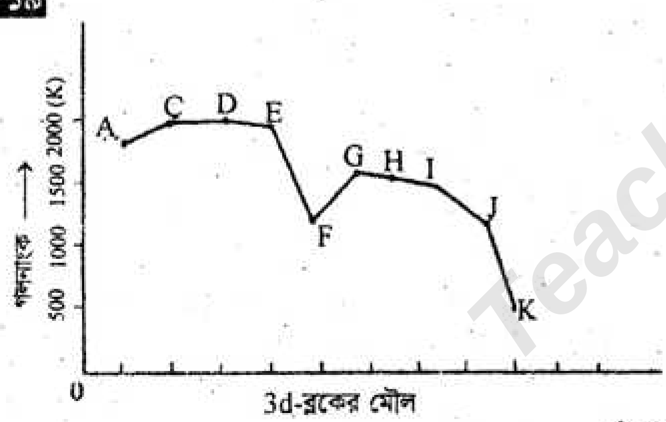
অন্যদিকে, Si-পরমাণু O-পরমাণুর চেয়ে আকারে বড় হওয়ায় এখানে p–p অরবিটালের অভিলেপনের মাধ্যমে দ্বিবন্ধন গঠিত হয় না, ফলে O=Si=O গঠনাকৃতি এখানে দেখা যায় না অর্থাৎ SiO_2 একক অণুরূপে থাকে না। তার পরিবর্তে প্রতিটি sp^3 সংকরায়িত Si পরমাণু চারটি O পরমাণুর সঙ্গে এবং প্রতিটি sp^3 সংকরায়িত O পরমাণু 2টি Si পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে সিলিকন ডাই-অক্সাইডের একটি অতিকায় অণু $[(SiO_2)_n]$ গঠন করে। এই অতিকায় কাঠামো এবং প্রত্যেকটি বন্ধন পূর্ণ থাকায় এখানে কোনো আন্তঃআণবিক ফাঁকা স্থান থাকে না। তাই SiO_2 সাধারণ তাপমাত্রায় কঠিন পদার্থ।



চিত্র : দৈত্যাকার SiO_2 অণু

সুতরাং, উপরোক্ত পর্যালোচনা থেকে এ কথা বলা যায় যে, পরমাণুসমূহের আকার এবং এদের মধ্যকার গাঠনিক বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে প্রদত্ত পরমাণুদ্বয়ের অক্সাইডসমূহ ভিন্ন ভৌত অবস্থান বিশিষ্ট হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৯



[কু. বো. ২০১৬]

ক. সংকরায়ন কী? ১

খ. খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণে বায়ুমুক্ত রাখা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে J^{2+} এর সাথে NH_3 কীভাবে জটিল আয়ন তৈরি করে ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A, F ও K এর গলনাংকের পরিবর্তন বিশ্লেষণ করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুই বা ততোধিক ভিন্ন কিন্তু কাছাকাছি শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটাল তৈরির প্রক্রিয়াকে সংকরায়ন বা হাইব্রিডাইজেশন বলে।

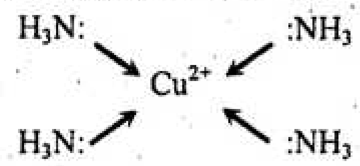
খ অক্সিজেনের উপস্থিতিতে খাদ্যদ্রব্যের জারণ ঘটে। ফলে খাদ্যের বর্ণ, গন্ধ ও স্বাদ নষ্ট হয়। তাই খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণে বা পরিবর্তীতে ব্যবহারে বায়ুমুক্ত রাখা হয় যাতে কৌটা বা প্যাকেট এর মধ্যে অক্সিজেন সরবরাহ বন্ধ থাকে। এতে খাদ্যমধ্যস্থিত জীবাণু ধ্বংস হয়ে যায় কারণ অক্সিজেনের অনুপস্থিতিতে নতুন কোনো জীবাণুর জন্ম এবং এদের বংশবিস্তার সম্ভব হয় না। ফলে খাদ্যদ্রব্য দীর্ঘদিন ধরে খাওয়ার উপযোগী থাকে।

গ প্রদত্ত লেখচিত্রে J^{2+} মৌলটি হলো কপার আয়ন (Cu^{2+})। NH_3 অণু Cu^{2+} এর সাথে যুক্ত হয়ে নিম্নরূপে $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ নামক জটিল আয়ন গঠন করে।

Cu-এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$Cu(29) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায়, কপার একটি d ব্লক মৌল। এই d ব্লক মৌলটি দুটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Cu^{2+} আয়ন গঠন করে। ফলে এর d অরবিটালে ফাঁকা স্থান তৈরি হয়। এই ফাঁকা d-অরবিটাল নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল প্রদানকারী লিগান্ড অ্যামোনিয়ার $(:NH_3)$ সাথে সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে জটিল কাঠামোর আয়ন বা জটিল আয়ন গঠন করে। ফলে লিগান্ড অ্যামোনিয়া যখন এর নিকটে আসে তখন প্রত্যেক কপার আয়ন চারটি $:NH_3$ লিগ্যান্ড এর সাথে যুক্ত হয়ে টেট্রাঅ্যাম্মিন কপার (II) আয়ন নামক ধনাত্মক জটিল আয়ন $Cu(NH_3)_4]^{2+}$ গঠন করে। এখানে কপার আয়ন (II) লিগান্ড NH_3 এর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়। কারণ NH_3 এর N পরমাণুতে এক জোড়া মুক্ত ইলেকট্রন কপার (II) কে দান করে।



$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ গঠন

আর এভাবেই চারটি NH_3 লিগান্ড চার জোড়া মুক্ত ইলেকট্রন কপার (II) কে দান করে সন্নিবেশ বন্ধনে যুক্ত হয়ে টেট্রাঅ্যাম্মিন কপার (II) নামক জটিল আয়ন গঠন করে।

ঘ এখানে A, F এবং K মৌল হলো যথাক্রমে স্ক্যান্ডিনিয়াম (Sc), ম্যাঙ্গানিজ (Mn) এবং জিংক (Zn)। প্রাপ্ত মৌলত্রয়ের মধ্যে স্ক্যান্ডিনিয়ামের গলনাঙ্ক সর্বোচ্চ এবং তা 1539°C। অপরদিকে, ম্যাঙ্গানিজ এবং জিংক এর ক্ষেত্রে এই মান হয় যথাক্রমে 1245°C এবং 419°C।

সাধারণত মৌলের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক এর প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধির ক্রম অনুসারে বৃদ্ধি পাওয়ার কথা থাকলেও Mn এবং Zn মৌলে তা হ্রাস পায়। এর কারণ এদের অধিকতর সুস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাস। যেমন–

$_{25}Mn \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

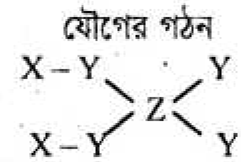
$_{30}Zn \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

এখানে ম্যাঙ্গানিজ এ অর্ধপূর্ণ এবং জিংক এ পূর্ণ d অরবিটাল বা স্থিতিশীল d অরবিটাল বিদ্যমান। এ স্থায়ী d-অরবিটালের ইলেকট্রনসমূহ ধাতব বন্ধন গঠনের জন্য কম পরিমাণে সঞ্চরণশীল হতে পারে। ফলে এদের ধাতব বন্ধন দুর্বল প্রকৃতির হয় এবং গলনাঙ্ক অন্যান্য মৌল অপেক্ষা কম হয়।

অপরদিকে, $Sc(21) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ থেকে বলা যায় যে, এ মৌলের d অরবিটাল অপূর্ণ এবং এখানে ইলেকট্রন ধারণের জন্য অনেক ফাঁকা জায়গা রয়েছে। ফলে ইলেকট্রনসমূহ এখানে অধিক পরিমাণে সঞ্চারণশীল হয়ে ধাতব বন্ধনে অংশ নেয়। তাই শর্তানুসারে এখানে বন্ধন অধিক শক্তিশালী হওয়ায় এর গলনাংক সবচেয়ে বেশি।

সুতরাং, উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে, প্রদত্ত মৌলসমূহে বিদ্যমান ধাতব বন্ধনের শক্তির প্রকৃতি অনুসারে মৌলসমূহের গলনাঙ্ক পরিবর্তিত হয়েছে।

প্রশ্ন ▶ ২০

পর্যায়	পরমাণু	মৌলের প্রকৃতি	যৌগের গঠন
১ম	X	অধাতু ও গ্যাসীয়	
২য়	Y	অধাতু ও গ্যাসীয়	
৩য়	Z	অধাতু ও কঠিন	

Y ও Z একই গ্রুপের মৌল এবং বন্ধনগুলো যোজনী নির্দেশ করে।

[কু. বো. ২০১৬]

ক. সাসপেনশন কী? ১
খ. K_P বা K_C এর মান শূন্য বা অসীম হতে পারে কি— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. Y এবং Z মৌলদ্বয়ের মধ্যে কোনটির হেক্সাফ্লোরাইড গঠন সম্ভব— বাখ্যা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের যৌগটির স্ফুটনাঙ্কের প্রকৃতি বিশ্লেষণ করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5} এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী $K_C = \frac{[C]\,[D]}{[A]\,[B]}$

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_C বা K_P)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_C = \frac{[C]\,[D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া সম্পূর্ণ হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_C বা K_P-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_C ও K_P-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_C = \frac{[0]}{[A]\,[B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্যও হতে পারে না।

গ প্রদত্ত তথ্য অনুযায়ী Y এবং Z মৌলদ্বয়ের মধ্যে Y মৌলটি অক্সিজেন (O) এবং Z মৌলটি সালফার (S)। S মৌলের সর্বোচ্চ যোজনী 6 হওয়ায় S, F এর সাথে SF_6 গঠন করতে পারবে।

সাধারণ অবস্থায় ও উত্তেজিত অবস্থায় S এর ইলেকট্রন বিন্যাস:

$S(16) - 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p_x^2\,3p_y^1\,3p_z^1$

$S^*(16) - 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^1\,3p_x^1\,3p_y^1\,3p_z^1\,3d_{xy}^1\,3d_{yz}^1$

F এর ইলেকট্রন বিন্যাস, $F(9) \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p_x^1\,2p_y^1\,2p_z^1$

S-এর যোজ্যতা স্তরে খালি 3d অরবিটাল থাকায় এর $3s^2$ ও $3p_x^2$ অরবিটালের যুগল ইলেকট্রন হতে একটি করে ইলেকট্রন উদ্দীপিত অবস্থায় $3d_{xy}$ ও $3d_{yz}$ অরবিটালে উন্নীত হলে S-পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের ছয়টি বিজোড় ইলেকট্রন সৃষ্টি হয়। এই 6টি বিজোড় ইলেকট্রন F পরমাণুর সাথে SF_6 গঠন করে। ফলে S-এর অষ্টক সম্প্রসারণ ঘটে।



বা, SF_6

S-এর চারদিকে 12টি ইলেকট্রন (SF_6 এর গঠন)

অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস,

$O(8) \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p_x^2\,2p_y^1\,2p_z^1$

এক্ষেত্রে অক্সিজেন পরমাণুর যোজ্যতা স্তর ২য় শক্তি স্তরে। আর ২য় শক্তি স্তরে d অরবিটাল থাকে না বলে এটি অষ্টক সম্প্রসারণ করতে পারে না। ফলে OF_6 গঠিত হয় না।

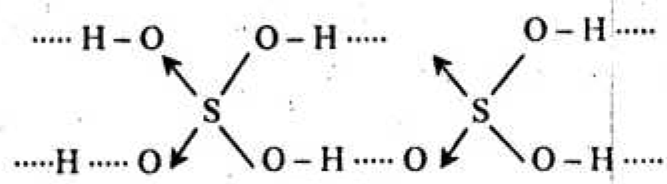
কাজেই উপরোক্ত বর্ণনা অনুসারে S ও O এর মধ্যে কেবল S মৌলটি হেক্সাফ্লোরাইড গঠন করতে পারে।

ঘ প্রদত্ত যৌগটি হচ্ছে সালফিউরিক এসিড।



সমযোজী যৌগের গলনাঙ্ক এবং স্ফুটনাঙ্ক ঐ যৌগের আণবিক ভর এবং অণুর মধ্যবর্তী বন্ধন প্রকৃতি অণুসমূহের মধ্যে আকর্ষণ বলের উপর নির্ভর করে। অণুর আণবিক ভর বৃদ্ধির সাথে এবং অণুগুলোর মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের বৃদ্ধির সাথে সাথে সমযোজী অণুর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।

সালফিউরিক এসিড অণুর আণবিক ভর 98 এবং সালফিউরিক এসিড অণুসমূহ পরস্পরের সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত। প্রতিটি সালফিউরিক এসিড এর অণুতে দুটি OH গ্রুপ থাকার জন্য বহু সংখ্যক H_2SO_4 অণু আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে অধিক মাত্রায় সংযোজিত থাকে এবং বহু অণুক $[(H_2SO_4)_n]$ গঠন করে। বাষ্পীভূত হওয়ার জন্য প্রতিটি H_2SO_4 অণুতে বিদ্যমান H বন্ধন ভাজাতে প্রয়োজনীয় শক্তির মান অধিক হওয়ায়, H_2SO_4 এসিডের স্ফুটনাঙ্ক অধিক হয়।



$(H_2SO_4)_n$

উপরোক্ত আলোচনা হতে স্পষ্ট যে, H_2SO_4 যৌগের অণুর ভর এবং অণুর H বন্ধন গঠনের সক্ষমতার জন্য H_2SO_4 এসিডের স্ফুটনাঙ্ক (337°C) এত উচ্চ হয়।

প্রশ্ন ▶ ২১

→ গ্রুপ / পর্যায়↓	I	17
১	A	
২		C
৩	B	D

[কু. বো. ২০১৬]

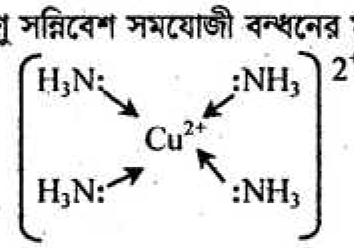
ক. বাফার দ্রবণ কী? ১
খ. NH_3 একটি লিগ্যান্ড — ব্যাখ্যা করো। ২
গ. AC যৌগে বিদ্যমান বন্ধনসমূহ ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. B মৌলের হাইড্রোক্সাইডের সাথে AC এবং AD যৌগের বিক্রিয়ায় প্রশমন তাপ অভিন্ন কিনা বিশ্লেষণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষারকের দ্রবণ মিশ্রিত করার পরও দ্রবণের pH এর মান অপরিবর্তিত থাকে, সে দ্রবণকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রনধারী যে সকল সত্ত্বা (আয়ন, অণু) রাসায়নিক বিক্রিয়াকালে নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রন দ্বারা অন্য ইলেকট্রন গ্রহীতা সত্ত্বার সাথে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন গঠন করে তাদেরকে লিগ্যান্ড বলে।

NH_3 লিগ্যান্ড হিসেবে কাজ করে। কারণ NH_3 অণুর N পরমাণুতে একটি নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রন আছে। তাই NH_3 বিভিন্ন ধাতব এবং অধাতব আয়নের সাথে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন গঠন করার মাধ্যমে জটিল আয়ন গঠন করে। টেট্রাঅ্যাম্মিন কপার (II) আয়নে Cu^{2+} এর সাথে 4টি NH_3 অণু সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত হয়।



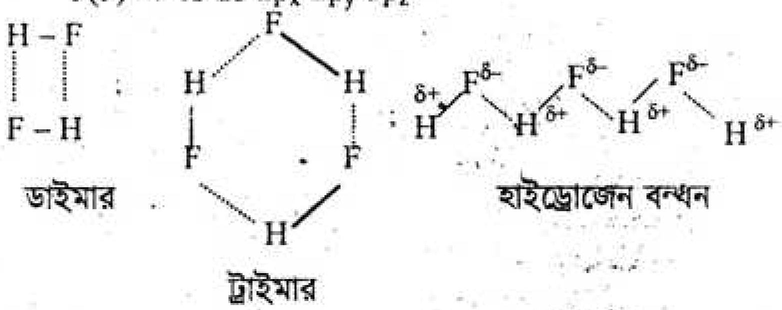
গ প্রদত্ত A ও C মৌল হলো যথাক্রমে H ও F। সুতরাং, AC যৌগটি হলো HF। HF মনোমার, ডাইমার এবং ট্রাইমার রূপে প্রকৃতিতে বিরাজ করে। HF যৌগে H ও F এর মধ্যে সমযোজী বন্ধন এবং HF এর ডাইমার কিংবা ট্রাইমারে সমযোজী ও হাইড্রোজেন বন্ধন বিরাজমান থাকে।

অধাতব পরমাণুসমূহ পরস্পরের নিকটবর্তী হলে, উভয় অধাতব পরমাণুর অযুগ্ম ইলেকট্রনসমূহের মধ্যে ইলেকট্রন শেয়ার দ্বারা সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। H পরমাণু যুক্ত কোন সমযোজী অণু পোলার হলে এবং এরূপ পোলার অণু পরস্পরের নিকটবর্তী হলে পরস্পরের সাথে H বন্ধন সূচিত হয়।

HF যৌগটি পোলার সমযোজী অণু হওয়ায়, HF অণুর H ও F এর মধ্যে সমযোজী বন্ধন এবং HF অণুসমূহের মধ্যে H বন্ধন বিদ্যমান। এক্ষেত্রে F এর $2p_z^1$ অরবিটালের সাথে H এর $1s^1$ অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণে HF সমযোজী অণু গঠিত হয়। HF অণুটি পোলার হওয়ায় HF অণু আরও H-বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে ডাইমার, ট্রাইমার গঠন করতে পারে। তখন H-বন্ধনের কারণেই HF 19.5°C তাপমাত্রায় তরল।

$H(1) \rightarrow 1s^1$

$F(9) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$



ঘ এখানে B মৌলের হাইড্রোক্সাইড NaOH এবং AC ও AD যৌগদ্বয় হলো যথাক্রমে HF ও HCl। এখন NaOH ও HF এবং NaOH ও HCl এর প্রশমন তাপ ভিন্ন ভিন্ন হয়। কারণ, অম্ল ক্ষারের প্রশমন তাপ অম্ল ও ক্ষারের তীব্রতার উপর নির্ভর করে। তা ছাড়া প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন আয়ন অতি ক্ষুদ্র হলে, উক্ত আয়নের সাথে পানিযোজন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের উপরও প্রশমন তাপ নির্ভর করে।

NaOH ও HCl বিক্রিয়া করে NaCl লবণ ও H_2O উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ায় উৎপন্ন Na^+ ও Cl^- দর্শক আয়ন রূপে দ্রবণে বিরাজ করে। Cl^- আয়নের চার্জ ঘনত্ব কম হওয়ায় আর্দ্র যোজন বিক্রিয়ায় Cl^- আয়নের সাথে H_2O খুব কম দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। HCl ও NaOH বিক্রিয়ায় প্রশমন তাপ মূলত H^+ ও OH^- মধ্যবর্তী বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপেরই প্রায় সমান হয়।

$Na^+(aq) + OH^-(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow H_2O(l) + Na^+(aq) + Cl^-(aq); \Delta H = -57.24$ kJ/mol

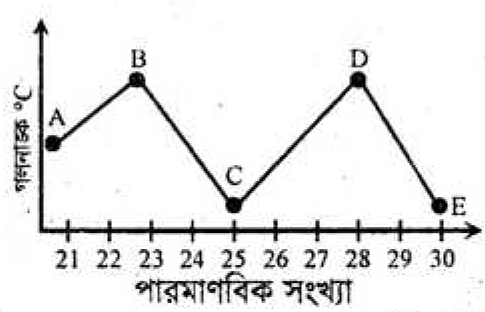
$H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$

অপরদিকে, NaOH ও HF এর মধ্যবর্তী বিক্রিয়ায় H_2O এবং NaF লবণ উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ফ্লোরাইড আয়নের চার্জ ঘনত্ব অন্যান্য আয়নের তুলনায় বেশি হওয়ায় F^- আয়নের সাথে দ্রাবক পানি বেশি দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। ফলে এই হাইড্রেশন প্রক্রিয়ায় তাপ শক্তি বেশি নির্গত হয়। ফলে NaOH ও HF মধ্যবর্তী বিক্রিয়ায় প্রশমন তাপ স্বাভাবিক মান অপেক্ষা 11.3 kJ/mol বেশি অর্থাৎ 68.62 kJ/mol হয়।

$HF(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + F^-(aq) + H_2O; \Delta H = -68.62$kJ/mol

উপর্যুক্ত আলোচনায় এটি প্রমাণিত হয় যে প্রশমন বিক্রিয়ায় অম্ল ও ক্ষারের মধ্যবর্তী বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। তবে কিছু প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন অধিক চার্জ ঘনত্বের আয়নের সাথে দ্রাবক পানি আর্দ্র যোজন বিক্রিয়ায় আর্দ্র যোজন তাপ অধিক উৎপন্ন হওয়ায় প্রশমন তাপ বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ▶ ২২



[কু. বো. ২০১৬]

ক. ভরক্রিয়ার সূত্রটি লেখো। ১

খ. খাদ্য সংরক্ষণে প্রিজার্ভেটিভ হিসেবে চিনির ভূমিকা ব্যাখ্যা করো। ২

গ. D মৌল রঙিন যৌগ গঠন করলেও E করে না— ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে B, C, D ও E এর অবস্থানের ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক।

খ খাদ্য সংরক্ষক রূপে চিনির ঘন দ্রবণ ব্যবহৃত হয়। চিনির ঘনত্ব যত বেশি হবে খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে এটি তত বেশি কার্যকর হবে। কেননা ঘন চিনির দ্রবণ খাদ্যের পানিকে দ্রবণে পরিণত করে। ফলে অণুজীব মুক্ত পানি পায় না বলে বংশবিস্তার করতে পারবে না। তখন আবার ব্যাপনের কারণে অণুজীবের দেহের প্রাচীর ধ্বংস প্রাপ্ত হয়। ফলে অণুজীব বাঁচতে পারে না।

গ পারমাণবিক সংখ্যানুযায়ী প্রদত্ত E মৌলটি Zn এবং D মৌলটি Ni। এখানে E, d-ব্লকের মৌল হলেও, অবস্থান্তর মৌল না হওয়ায় রঙিন যৌগ গঠন করে না। কিন্তু Ni অবস্থান্তর মৌল হওয়ায় রঙিন যৌগ গঠন করে।

নিকেল (Ni) ও জিংকের (Zn) স্থিতিশীল আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস,

$Ni^{2+}(28) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8$

$Zn^{2+}(30) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$

অবস্থান্তর ধাতু ও তাদের আয়নে অপূর্ণ d–অরবিটাল থাকলে তারা রঙিন যৌগ গঠন করে। কিন্তু যে সমস্ত অবস্থান্তর ধাতুর d– অরবিটাল শূন্য থাকে বা d-অরবিটাল পরিপূর্ণ থাকে তারা বর্ণহীন যৌগ গঠন করে। এখানে Ni পরমাণুর স্থিতিশীল আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d-অরবিটাল অপূর্ণ (৪টি ইলেকট্রন) থাকায় d-অরবিটালসমূহের নন-ডিজেনারেট অবস্থায় ইলেকট্রনগুলো শক্তি শোষণ করে d-d স্থানান্তরিত হওয়ার সুযোগ পায়। এজন্য নিকেল মৌলের যৌগ যেমন, নিকেল হাইড্রোক্সাইড $[Ni(OH)_2]$ যৌগের বর্ণ রঙিন (সবুজ) হয়। কিন্তু জিংক পরমাণুর স্থিতিশীল আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে পরিপূর্ণ d^{10} ইলেকট্রন বিন্যাস থাকায় একই শর্তে d-অরবিটালের ইলেকট্রনগুলোর শক্তি শোষণ করে d-d স্থানান্তরিত হওয়ার কোনো সুযোগ নেই। এজন্য জিংক মৌলের যৌগ যেমন, জিংক হাইড্রক্সাইড $[Zn(OH)_2]$ যৌগের বর্ণ বর্ণহীন (সাদা) হয়।

ঘ প্রদত্ত B, C, D ও E মৌলসমূহ যথাক্রমে ভ্যানাডিয়াম (V), ম্যাঙ্গানিজ (Mn), নিকেল (Ni) এবং জিংক (Zn)।

এখানে 3d ব্লক মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে গলনাঙ্ক ক্রমশ বৃদ্ধি পেয়ে ভ্যানাডিয়ামে (V) সর্বাধিক হয়। এরপর ম্যাঙ্গানিজের (Mn) ক্ষেত্রে তা যথেষ্ট হ্রাস পায়। নিকেলের বেলায় গলনাঙ্ক ম্যাঙ্গানিজ অপেক্ষা বেশি হয় এবং জিংকের ক্ষেত্রে গলনাঙ্ক সর্বনিম্ন হয়। এরূপ হ্রাসবৃদ্ধির কারণ হলো 3d ব্লক মৌলসমূহের মধ্যে প্রথম থেকে ভ্যানডিয়াম (V) পর্যন্ত মৌলগুলোর d-অরবিটাল ক্রমান্বয়ে ইলেকট্রন পূর্ণ হয়। ফলে ভ্যানডিয়াম (V) মৌলে সঞ্চারণশীল d-ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ায় এর ধাতব বন্ধন যথেষ্ট দৃঢ় হয় এবং গলনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়। ম্যাঙ্গানিজের (Mn) বেলায় ধাতব বন্ধন গঠনে d-ইলেকট্রনসমূহের সঞ্চারণশীলতা সর্বনিম্ন হয়। কারণ এক্ষেত্রে d-অরবিটাল অর্ধপূর্ণ ও s-অরবিটাল পূর্ণ থাকে। এ কারণে ম্যাঙ্গানিজের (Mn) গলনাঙ্ক নিম্নমানের হয়। পরবর্তী নিকেল (Ni) মৌলের ক্ষেত্রে d-অরবিটালে ইলেকট্রন পূর্ণ হবার সাথে সাথে সঞ্চারণশীল d-অরবিটালে ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি ঘটে এবং নিকেলের (Ni) গলনাঙ্ক ম্যাঙ্গানিজের চেয়ে বেশি হয়। আবার জিংক (Zn) মৌলের d- অরবিটাল এবং সে সাথে s-অরবিটালও সম্পূর্ণভাবে ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকায় ধাতব বন্ধন গঠনের জন্য কোনো সঞ্চারণশীল ইলেকট্রন থাকে না। সেজন্য Zn এর ধাতব বন্ধন খুব দুর্বল হয় এবং গলনাঙ্ক সর্বনিম্ন হয়।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে V, Mn, Ni এবং Zn এর গলনাঙ্ক মান ভিন্ন। এই কারণে, প্রদত্ত গলনাঙ্ক বনাম পারমাণবিক সংখ্যা লেখচিত্রে মৌলগুলোর অবস্থানও ভিন্ন ভিন্ন।

প্রশ্ন ▶ ২৩ পর্যায় সারণির দ্বিতীয় পর্যায়ের দু'টি মৌল X এবং Y। এদের যোজনী স্তরের বিন্যাস যথাক্রমে ns^2np^3 এবং ns^2np^4। *[চ. বো. ২০১৭]*

ক. ল্যান্থানাইড কী? ১
খ. K_C এর মান শূন্য হয় না কেন? ২
গ. XH_3 এবং YH_2 এর বন্ধন কোণের তুলনা করো। ৩
ঘ. XH_3 অপেক্ষা YH_2 শক্তিশালী এসিড– বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

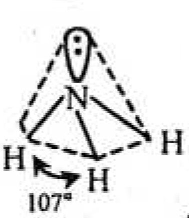
ক ৬ষ্ঠ পর্যায়ের ল্যান্থানাম, La(57) থেকে পরবর্তী লুটেসিয়াম, Lu(71) পর্যন্ত পনেরটি মৌলকে ল্যান্থানাইড বা ল্যান্থানাইড সিরিজ বলে।

খ সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না। কারণ ভরক্রিয়া সূত্রমতে একটি সাধারণ উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $A + B \rightleftharpoons C + D$

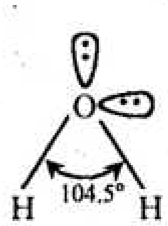
$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_c = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]}$$

এক্ষেত্রে যদি K_c এর মান শূন্য হতে হয় তবে উৎপাদ C ও D এর মধ্যে হয় C এর ঘনমাত্রা, [C] না হয় D এর ঘনমাত্রা, [D] এর মধ্যে অন্তত একটিকে শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে শেষ হতে হবে। কিন্তু বাস্তবে তা কখনোই হয় না।
সুতরাং সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না।

গ প্রদত্ত X মৌলটি পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ে অবস্থিত এবং এর যোজনী ইলেকট্রন বিন্যাস হলো– $2s^2\ 2p^3$।
একইভাবে Y মৌলটিও ২য় পর্যায়ে অবস্থিত এবং এর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস– $2s^2\ 2p^4$।
সুতরাং X ও Y মৌল দুটি হলো যথাক্রমে নাইট্রোজেন (N) ও অক্সিজেন (O) এবং এদের হাইড্রাইডদ্বয় হলো NH_3 ও H_2O। আমরা জানি, উভয়ক্ষেত্রেই sp^3 সংকরণ বিদ্যমান। অর্থাৎ এদের বন্ধন কোণের মান 109.5° হওয়ার কথা।
আবার, বন্ধনজোড় ও নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রনের বিকর্ষণের ক্রম হলো– $(l_p - l_p) > (l_p - b_p) > (b_p - b_p)$
অর্থাৎ কোনো পরমাণুতে নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রনের সংখ্যা যতো বৃদ্ধি পাবে বিকর্ষণের পরিমাণও ততো বৃদ্ধি পাবে। ফলে তা sp^3 সংকরণের আদর্শ মান 109.5° থেকে বিচ্যুতি প্রদর্শন করবে। ফলে মুক্ত জোড়ের সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে অণুর বন্ধন কোণের হ্রাস অধিক থেকে অধিকতর হয়।



চিত্র: NH_3 অণুর গঠন



চিত্র: H_2O অণুর গঠন

তাই উপরের NH_3 অণুতে একটি মুক্ত জোড় বিদ্যমান থাকায় বন্ধন কোণ 107° হয়েছে। অপরদিকে H_2O অণুতে অক্সিজেন পরমাণুতে 2টি মুক্ত জোড় বিদ্যমান থাকায় এখানে অধিক বিকর্ষণের কারণে বন্ধন কোণের মান 109.5° থেকে অধিক কমে 104.5° হয়েছে।

ঘ প্রশ্নানুসারে XH_3 এবং YH_2 যৌগ দুটি হলো NH_3 ও H_2O।
NH_3 এবং H_2O এর কেন্দ্রীয় পরমাণু N ও O একই পর্যায়ের যথাক্রমে গ্রুপ-15 এবং গ্রুপ-16 তে অবস্থিত। একই পর্যায়ের বাম দিক হতে ডান দিকে তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান বৃদ্ধি পায়। তাই পর্যায়বৃত্ত ধর্ম অনুসারে অক্সিজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা (3.5) নাইট্রোজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা (3.0) অপেক্ষা অধিক। ফলে অধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতার দরুণ অক্সিজেন পরমাণু সহজে মুক্ত জোড় ইলেকট্রন দান করতে চায় না। অপরদিকে নাইট্রোজেন পরমাণু সহজেই মুক্ত জোড় ইলেকট্রন প্রদান করে।
লুইস মতবাদ অনুসারে, যে সকল যৌগ ইলেকট্রন যুগল দান করতে পারে তারা হলো ক্ষার। সুতরাং NH_3, H_2O অপেক্ষা তীব্র ক্ষার কেননা N-পরমাণু খুব সহজে ইলেকট্রন যুগল দান করতে পারে। বিপরীতভাবে NH_3 অপেক্ষা পানি শক্তিশালী এসিড। কেননা NH_3 ও H_2O এর মধ্যকার বিক্রিয়ায় NH_3 পানি থেকে প্রোটন গ্রহণ করে NH_4^+ এ পরিণত হয়। এক্ষেত্রে পানি H^+ দান করে বিধায় এটি এসিড অপরদিকে NH_3, H^+ গ্রহণ করে বিধায় এটি ক্ষার।

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$$

সুতরাং বলা যায় যে ইলেকট্রন দান এবং গ্রহণের প্রকৃতি অনুযায়ী NH_3 ক্ষার এবং H_2O হলো এসিড। তাই প্রদত্ত যৌগ দুটির মধ্যে NH_3 ক্ষারধর্মী এবং পানি অম্লধর্মী হওয়ায় H_2O-ই হলো এখানে শক্তিশালী এসিড।

প্রশ্ন ▶ ২৪

IA	IIA	III A	IV A	VA	VI A	VII A
E			A		R	
	Z					D

[চ. বো. ২০১৭]

ক. আধুনিক পর্যায় সূত্রের সংজ্ঞা দাও। ১
খ. পর্যায় সারণির গ্রুপের ক্ষেত্রে আয়নীকরণ শক্তির পরিবর্তন ব্যাখ্যা করো। ২
গ. "D" চিহ্নিত গ্রুপের মৌলগুলোর ভৌত অবস্থা ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. E, Z, A ও R মৌলগুলোর তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম বিশ্লেষণ করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিভিন্ন মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক সংখ্যার বৃদ্ধি অনুযায়ী পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়। ইহাই আধুনিক পর্যায় সূত্র।

খ এক মোল নিরপেক্ষ পরমাণু থেকে একক ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট এক মোল আয়ন সৃষ্টির জন্য প্রয়োজনীয় শক্তিকে আয়নিকরণ শক্তি বলে। একই গ্রুপে উপর থেকে নিচের দিকে প্রধান কক্ষপথ সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। ফলে পরমাণুর আকার বৃদ্ধি পাওয়ায় শেষ কক্ষপথের ইলেকট্রনের প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ শক্তি হ্রাস পায়। তাই আয়নিকরণ শক্তির অর্থাৎ বহিঃস্থ কক্ষপথ থেকে ইলেকট্রন অপসারণের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির মানও কম হয়। সুতরাং একই গ্রুপে উপর থেকে নিচের দিকে আয়নিকরণ শক্তির হ্রাস ঘটে।

গ প্রদত্ত D চিহ্নিত গ্রুপটি হলো গ্রুপ VIIA। যা হ্যালোজেন গ্রুপ নামেও পরিচিত। এ গ্রুপে 5টি মৌল বিদ্যমান যথা– F, Cl, Br, I ও At। এ গ্রুপের মৌলগুলো সাধারণ তাপমাত্রায় দ্বিপরমাণুক অবস্থায় থাকে।
আবার পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে এদের ভৌত অবস্থা পরিবর্তিত হয়। যেমন ফ্লোরিন ফিকে হলুদ গ্যাস, ক্লোরিন সবুজাভ হলুদ গ্যাস, ব্রোমিন লাল বর্ণের তরল ও আয়োডিন গাঢ় বেগুনী কঠিন পদার্থ এবং অ্যাস্টাটিনও পুরোপুরি কঠিন পদার্থ।
হ্যালোজেন অণুসমূহের মধ্যে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে অণুগুলোর মধ্যকার ভ্যানডার ওয়ালস্ আকর্ষণ বল F_2 থেকে I_2 এর দিকে ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ বল এর বৃদ্ধি ক্রম হলো–

$$F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$$

তাই ফ্লোরিন থেকে আয়োডিন পর্যন্ত মৌলগুলো গ্যাসীয় অবস্থা থেকে কঠিন অবস্থাপ্রাপ্ত হয়। মূলত এই দ্বিপরমাণুক অণুসমূহের মধ্যে

ভ্যান্ডারওয়ালস বলের আকর্ষণ শক্তি ক্রমান্বয়ে বেড়ে অণুসমূহকে ভিন্ন ভৌত অবস্থা প্রদান করে।

ঘ প্রদত্ত পর্যায় সারণি অনুসারে E, Z, A ও R মৌল চারটি হলো যথাক্রমে Li, Mg, C ও O। মৌল চারটির ভেতর লিথিয়াম (Li), কার্বন (C) এবং অক্সিজেন (O) একই পর্যায়ে অবস্থিত।

আমরা জানি, একই পর্যায়ে বাম থেকে ডান দিকে একই শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলসমূহের আকার হ্রাস পায় এবং তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান বৃদ্ধি পেতে থাকে।

আবার আমরা জানি, সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ ইলেকট্রন যুগলকে নিজের দিকে টেনে নেওয়ার ক্ষমতাই হলো তড়িৎ ঋণাত্মকতা। তাই পর্যায়-2 এর মৌলগুলোর তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম হলো–

$$O > C > Li$$

অপরদিকে গ্রুপে বিভিন্ন পর্যায়ে পরমাণুর আকার বৃদ্ধির সাথে তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানও হ্রাস পায়। যেহেতু অক্সিজেন, কার্বন ও লিথিয়াম ২য় পর্যায়ে এবং ম্যাগনেসিয়াম ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত। তাই পর্যাবৃত্ত ধর্ম অনুসারে অক্সিজেন, কার্বন ও লিথিয়াম অপেক্ষা ম্যাগনেসিয়ামের আকারে বড়। ফলে মৌল চারটির মধ্যে ম্যাগনেসিয়াম এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান সবচেয়ে কম হবে।

সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে বলা যায় মৌল চারটির ক্ষেত্রে তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম হলো–

$$O > C > Li > Mg$$

প্রশ্ন ▶ ২৫

মৌল	পারমাণবিক সংখ্যা
E	1
A	7
B	14

/চ. বো. ২০১৭/

ক. বিক্রিয়া তাপ কী? ১

খ. সন্নিবেশ বন্ধন হলো সিগমা– ব্যাখ্যা করো। ২

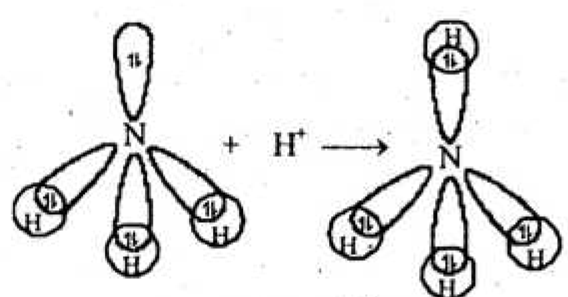
গ. A ও E মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের সংকরায়ন ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. A ও B মৌলের ডাই অক্সাইড দুটির অম্ল ধর্মের তুলনামূলক আলোচনা করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়ার সমতাকৃত সমীকরণ মতে বিক্রিয়কসমূহের সংখ্যানুপাতিক মোল পরিমাণে সম্পূর্ণরূপে বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন বা শোষিত তাপের পরিমাণকে বিক্রিয়া তাপ বলে।

খ দুটি অরবিটালের সামনাসামনি বা মুখোমুখি অধিক্রমণের ফলে সিগমা বন্ধনের সৃষ্টি হয়। NH_3 অণুতে চতুর্থ সংকর অরবিটাল দুটি ইলেকট্রন ধারণ করে যা অশেয়ারকৃত অবস্থায় থাকে। এই ৪র্থ সংকর অরবিটালটির ইলেকট্রন যুগল একটি H^+ আয়নের ইলেকট্রন বিহীন 1s অরবিটালের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণ করে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে। যেহেতু মুখোমুখি অধিক্রমণ তাই এভাবে সৃষ্ট বন্ধনটি সিগমা (σ) বন্ধন।



NH_4^+ মূলকের গঠন

সুতরাং বলা যায় সন্নিবেশ বন্ধন একটি সিগমা বন্ধন।

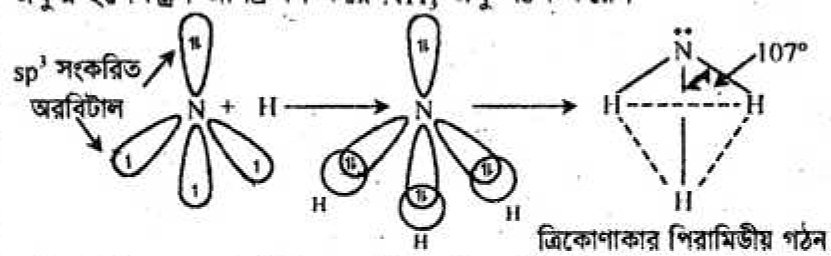
গ যেহেতু প্রদত্ত E ও A মৌল দুটির পারমাণবিক সংখ্যা 1 ও 7। সুতরাং A ও E মৌল দুটি হলো যথাক্রমে নাইট্রোজেন (N) ও হাইড্রোজেন (H) এবং এদের দ্বারা গঠিত যৌগ হলো– NH_3। এই NH_3 অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণু N।

নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস–

$$N(7) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1 \quad [2s^2:\ \uparrow\downarrow]\ [2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1:\ \uparrow\ \uparrow\ \uparrow]$$

sp^3 সংকরায়ন

N-পরমাণুর sp^3 সংকরিত অরবিটালের তিনটির প্রত্যেকটিতে একটি করে অযুগ্ম ইলেকট্রন এবং একটিতে জোড় ইলেকট্রন অবস্থান করে। তিনটি sp^3 সংকরিত অরবিটালের সাথে H পরমাণুর s অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রন অধিক্রমণ করে NH_3 অণু গঠন করে।



ত্রিকোণাকার পিরামিডীয় গঠন

চতুর্থ sp^3 সংকর অরবিটালের ইলেকট্রন দুটি নিঃসঙ্গ জোড় হিসেবে অবস্থান করে। তাই আকৃতি ও বন্ধন কোণের মান আদর্শ sp^3 সংকর অণু থেকে বিচ্যুত হয়ে যায়। ফলে NH_3 অণুর আকৃতি ত্রিকোণাকার পিরামিডীয় এবং বন্ধন কোণের মান 107° হয়।

ঘ এখানে পারমাণবিক সংখ্যা অনুসারে A ও B মৌল দুটি হলো যথাক্রমে নাইট্রোজেন (N) ও সিলিকন (Si) এবং এদের ডাইঅক্সাইড দুটি হলো যথাক্রমে নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড (NO_2) এবং সিলিকন ডাইঅক্সাইড SiO_2। পর্যায়বৃত্ত ধর্মমতে, পর্যায় সারণিতে বাম থেকে ডান দিকে ক্রমশ ধাতব ধর্ম হ্রাস পায় এবং অধাতব ধর্ম বৃদ্ধি পেতে থাকে।

আমরা জানি, ধাতব অক্সাইডসমূহ ক্ষারীয় এবং অধাতব অক্সাইডসমূহ অম্লধর্মী হয়। নাইট্রোজেন গ্রুপ-15 তে অবস্থিত এবং সিলিকন গ্রুপ-14 তে অবস্থিত বিধায় নাইট্রোজেনের অধাতব ধর্ম সিলিকন অপেক্ষা অধিক। তাই পর্যায় সারণির বৈশিষ্ট্যানুসারে NO_2 শক্তিশালী অম্লীয় অক্সাইড এবং SiO_2 দুর্বল অম্লীয় অক্সাইড।

এই NO_2 শীতল পানিতে দ্রবীভূত হয়ে HNO_2 এবং HNO_3 এসিড উৎপন্ন করে এবং ক্ষারের সাথে বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।

$$NO_2 + 2H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$$
$$2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$$

অপরদিকে SiO_2 মৃদু অম্লধর্মী বিধায় তা পানির সাথে বিক্রিয়া করে না কিন্তু ক্ষারের সাথে বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।

$$SiO_2 + 2NaOH \rightarrow \underset{\text{লবণ}}{Na_2SiO_3} + H_2O$$

সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে একথা স্পষ্ট করে বলা যায় A এর অক্সাইড বা NO_2 তীব্র অম্ল হলেও পর্যাবৃত্ত ধর্ম অনুসারে B এর অক্সাইড বা SiO_2 মৃদু অম্ল।

প্রশ্ন ▶ ২৬

গ্রুপ / পর্যায়	14	15	16	17
২য়	A	B	C	X
৩য়			D	Y

/চ. বো. ২০১৬/

ক. তড়িৎ ঋণাত্মকতা কী? ১

খ. বিশুদ্ধ পানির pH এর মান 7 হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের C এবং D এর হাইড্রাইডের ভৌত অবস্থা ভিন্ন- উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৩

ঘ. A, B এবং C মৌল তিনটির সাথে পৃথকভাবে উদ্দীপকের Y কে যুক্ত করলে যে যৌগ তিনটি তৈরি হয় সেগুলো একই সংকরণের মাধ্যমে গঠিত হলেও আকৃতি ভিন্ন ভিন্ন — বিশ্লেষণ করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ অণুর দুটি পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলা হয়।

খ কোনো দ্রবণের pH এর মান নির্ভর করে ঐ দ্রবণে বিদ্যমান H^+ এবং OH^- আয়নের মোলার ঘনমাত্রার উপর। বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন $[H^+]$ এবং $[OH^-]$ এর ঘনমাত্রা প্রায় সমান হওয়ায় এর আয়নিক গুণফলের সমীকরণ দাঁড়ায়– $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$

বা, $[H^+][H^+] = 10^{-14}$

$\therefore$ $[H^+] = 10^{-7}$

এখন উভয়পাশে –log নিলে পাওয়া যায় $-\log[H^+] = -\log 10^{-7}$

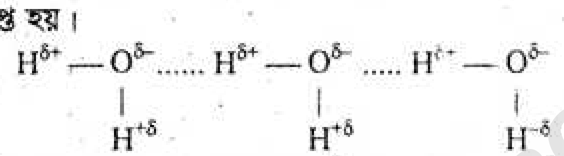
বা, pH = 7

অর্থাৎ বিশুদ্ধ পানির pH = 7।

সুতরাং বলা যায়, বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন আয়নদ্বয়ের ঘনমাত্রা সমান হওয়ায় বিশুদ্ধ পানির pH হয় 7।

গ এখানে C এবং D মৌল দুটি মূলত অক্সিজেন (O) এবং সালফার (S)। এদের হাইড্রাইড হলো যথাক্রমে H_2O এবং H_2S।

দুটি হাইড্রাইডের মধ্যে H_2S গ্যাসীয় হলেও H_2O তরল। এর কারণ হলো অক্সিজেন এবং সালফার মৌল দুটি একই গ্রুপভুক্ত হওয়া সত্ত্বেও H_2O-এ হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের ইলেকট্রোনেগেটিভিটি এর মধ্যে পার্থক্য [(3.5–2.1) = 1.4] H_2S এ মৌল দুটির ইলেকট্রোনেগেটিভিটি পার্থক্যের [(2.5–2.1) = 0.4] তুলনায় অনেক বেশি। ফলে এ যৌগে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণুর মধ্যে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জ তথা মেরু সৃষ্টি হয়। এভাবে সৃষ্ট H_2O এর পোলার অণুসমূহ যখন পরস্পর নিকটে আসে তখন একটি অণুর ধনাত্মক প্রান্ত অন্য অণুর ঋণাত্মক প্রান্তকে আকর্ষণ করে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করে। ফলে H_2O তরল অবস্থা প্রাপ্ত হয়।



চিত্র: H_2O অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন।

অপরদিকে H_2S পৃথক একক অনুরূপে গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে কারণ H_2S অণুগুলোর মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বল কার্যকর থাকে।

সুতরাং বলা যায় যে, প্রদত্ত মৌলগুলোর হাইড্রাইডদ্বয়ের অর্থাৎ H_2S ও H_2O এর মধ্যকার মৌল দুটির তড়িৎ ঋণাত্মকতার ভিন্নতার কারণে এরা ভিন্নরূপে অবস্থান করে।

ঘ প্রশ্নে বর্ণিত A, B এবং C মৌল তিনটি যথাক্রমে কার্বন (C), নাইট্রোজেন (N) এবং অক্সিজেন (O)। এরা মৌল Y অর্থাৎ ক্লোরিনের সাথে যুক্ত হয়ে যথাক্রমে CCl_4, NCl_3 এবং OCl_2 যৌগ গঠন করে। যৌগ তিনটিই এদের কেন্দ্রীয় পরমাণুর sp^3 সংকরণের মাধ্যমে গঠিত হলেও এদের আকৃতি ভিন্ন ভিন্ন। কারণসহ এই ঘটনা নিম্নরূপে ব্যাখ্যা করা হলো–

প্রথম যৌগ CCl_4 এর কেন্দ্রীয় কার্বন পরমাণুতে sp^3 সংকরণ হয়।

$_6C \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$ (স্বাভাবিক অবস্থায়)

1		1	1	1	(সংকরিত অবস্থায়)
2s		$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$	

কার্বনে সর্বশেষ শক্তিস্তরের 2s এবং 2p অরবিটালদ্বয় সংকরণের মাধ্যমে চারটি সমশক্তির sp^3 অরবিটাল গঠন করে। এ চারটি বিজোড় ইলেকট্রনযুক্ত অরবিটাল চারটি ক্লোরিন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে CCl_4 যৌগ গঠন করে যেখানে ∠ClCCl এর বন্ধন কোণ হয় প্রায় 109°28′ এবং আকৃতি হয় চতুস্তলকীয়।

পক্ষান্তরে NCl_3 যৌগের ক্ষেত্রে N পরমাণুতে নিম্নরূপে sp^3 সংকরণ ঘটে–

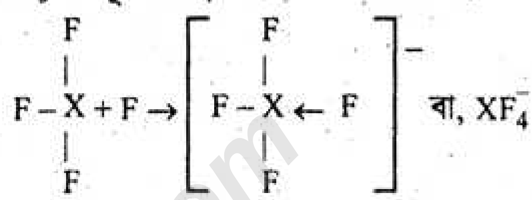
$_7N \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^3 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ (স্বাভাবিক অবস্থায়)

1⇂		1	1	1	(সংকরিত অবস্থায়)
2s		$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$	

এখানেও 2s এবং 2p অরবিটালদ্বয়ের সংকরণের ফলে চারটি সমশক্তির কিন্তু ভিন্ন ইলেকট্রন সংখ্যার অরবিটাল গঠিত হয়। যেখানে একটি sp^3 অরবিটালে একজোড়া ইলেকট্রন থাকে। অন্য তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন যুক্ত sp^3 অরবিটাল তিনটি ক্লোরিন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে NCl_3 গঠন করলে N পরমাণুতে বিদ্যমান নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের বিকর্ষণের কারণে ∠ClNCl বন্ধন কোণ 109°28′ হতে কমে 107° এর কাছাকাছি হয় এবং আকৃতি হয় ত্রিকোনাকার পিরামিডাল।

অপরদিকে OCl_2 যৌগে একইভাবে গঠিত sp^3 সংকর অরবিটালদ্বয়ের দুটোতে দুই জোড়া ইলেকট্রন থাকায় নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল বন্ধন ইলেকট্রন যুগলকে বিকর্ষণ করে। এ বিকর্ষণ NCl_3 যৌগের তুলনায় বেশি প্রবল। কিন্তু Cl এবং O এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য কম হওয়ায় এখানে ∠ClOCl বন্ধন কোণ না কমে বরং 110.9° হয়।

প্রশ্ন ▶২৭ দ্বিতীয় পর্যায়, গ্রুপ-IIIA-এর একটি মৌল, X-এর ফ্লোরাইড, XF_3 নিম্নরূপে XF_4^- অ্যানায়ন গঠন করে:—



[চি. বো. ২০১৫]

ক. পরিষ্কারক মিশ্রণ কী? ১

খ. Na^+ গঠিত হলেও Na^{++} গঠিত হয় না কেন? ২

গ. XF_3 ও F^- এর মধ্যে কোন প্রকারের বন্ধন গঠিত হয়? ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার মাধ্যমে X এর সংকরণ পরিবর্তিত হয় কি না যাচাই করো। ৪

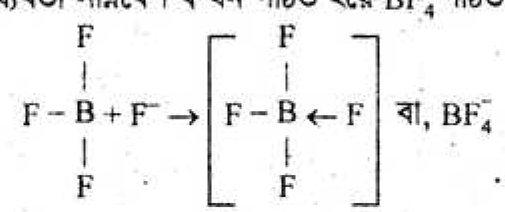
২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্রোমিক এসিড ($K_2Cr_2O_7$ + গাঢ় H_2SO_4) কে পরিষ্কারক মিশ্রণ বলে।

খ Na পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, ৩য় পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের পরমাণু অপেক্ষা বেশি হওয়ায়, Na এর প্রথম আয়নীকরণ শক্তি কম। Na^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস Ne এর অনুরূপ হওয়ায় ইলেকট্রন বিন্যাসটি স্থিতিশীল। Na^+ আয়নের ব্যাসার্ধ (0.095 nm) এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.157 nm অপেক্ষা কম। তাই Na^+ এর বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় ফলে Na^+ আয়নস্থ বহিঃস্থ কক্ষপথ হতে ইলেকট্রন অপসারণে প্রচুর শক্তির (4562 kJ/mol) প্রয়োজন হয় বিধায় Na^+ হতে আরও একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে Na^{2+} গঠন সম্ভব নয়।

গ প্রদত্ত X মৌলটি পর্যায় সারণির গ্রুপ- IIIA এবং ২য় পর্যায়ের হওয়ায় মৌলটি হলো বোরন (B)। সুতরাং XF_3 যৌগটি হলো BF_3 এবং XF_4 আয়নটি BF_3 ও F^- এর মধ্যে সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা গঠিত হয়।

এখানে BF_3 যৌগটিতে অষ্টক তত্ত্বের সংকোচন সংগঠিত হয়েছে। কারণ BF_3 যৌগটি উত্তেজিত B এর সাথে F এর অযুগ্ম ইলেকট্রনের শেয়ার দ্বারা গঠিত হলেও B এর বহিঃস্থ কক্ষপথের আটটি ইলেকট্রন সন্নিবেশিত হয়নি। BF_3 যৌগটিতে তিনটি B–F সমযোজী বন্ধন বিদ্যমান। B এর বহিঃস্থ কক্ষপথের $2p_z^1$ অরবিটাল অপূর্ণ থাকায় F^- আয়নের ইলেকট্রন পূর্ণ $2p_z^1$ অরবিটালের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমনে BF_3 ও F^- মধ্যবর্তী সন্নিবেশ বন্ধন গঠিত হয়ে BF_4^- গঠিত হয়।



ঘ প্রশ্ন অনুসারে প্রদত্ত বিক্রিয়ার মাধ্যমে BF_3 ও F^- মধ্যবর্তী বন্ধন গঠন কালে B এর সংকরায়ন প্রকৃতি পরিবর্তিত হয়।

কারণ যোজনী বন্ধন মতবাদ অনুসারে, দুটি অযুগ্ম ইলেকট্রনধারী অরবিটাল কিংবা একটি যুগ্ম ও একটি ইলেকট্রন শূন্য অরবিটালের মধ্যে মুখোমুখি অধিক্রমণে সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়। বিক্রিয়াকালে কোন পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের বিভিন্ন অরবিটালসমূহ পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে পরে সমশক্তির অরবিটাল সৃষ্টি করে। বন্ধন গঠনকালে কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকর অরবিটালের সাথে বিভিন্ন পরমাণুর অযুগ্ম কিংবা ইলেকট্রন পূর্ণ অরবিটালের অধিক্রমণ সংঘটিত হয়।

$B(5) - 1s^2\,2s^2\,2p_x^{\,1}\,2p_y^{\,\circ}\,2p_z^{\,\circ}$

$B^*(5) - 1s^2\,\underbrace{\boxed{2s^1\;\,2p_x^{\,1}\,2p_y^{\,1}}}_{sp^2}\,2p_z^{\,\circ}$

$F(9) - 1s^2\,2s^2\,2p_x^{\,2}\,2p_y^{\,2}\,2p_z^{\,2}$

sp^3 সংকরায়িত B এর $2p_z$ অরবিটালের সাথে ইলেকট্রনপূর্ণ $F^-(9)$ এর $2p_z^{\,2}$ অরবিটালের মুখোমুখি অধিক্রমণে $[BF_3 \leftarrow F]^-$ যৌগটি গঠিত হয়। তাই BF_4^- আয়নের গঠন আকৃতি চতুস্তলকীয়। অপরদিকে BF_3 যৌগের গঠন আকৃতি ত্রিকোণী সমতলীয়।

তাই বলা যায় যে, BF_3 যৌগের আকৃতি এবং BF_4^- আয়নের আকৃতি ভিন্ন হওয়ায় প্রমাণিত হয় যে BF_3 যৌগ এবং BF_4^- আয়নের সংকরায়ন প্রকৃতি ভিন্ন হয়।

প্রশ্ন ▶ ২৮

পারমাণবিক সংখ্যা	মৌল
6	X
7	Y
8	Z
16	R

/সি. বো. ২০১৭/

ক. দ্রাব্যতা কী? ১

খ. পলির বর্জন নীতি ব্যাখ্যা করো। ২

গ. সাধারণ তাপে Z এর হাইড্রাইড তরল কিন্তু R এর হাইড্রাইড গ্যাস– ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. X, Y এবং Z এর হাইড্রাইডগুলো অভিন্ন সংকরণের মাধ্যমে তৈরি হলেও ইহাদের আকৃতি ভিন্ন ভিন্ন বিশ্লেষণ করো। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 100 গ্রাম দ্রাবককে সম্পৃক্ত দ্রবণে পরিণত করতে কোন দ্রবের যত গ্রাম দ্রবীভূত করতে হয় দ্রবের সে ভর প্রকাশক সংখ্যাই দ্রাব্যতা।

খ **পলির বর্জন নীতি:** "একই পরমাণুতে যে কোন দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

দুটি ইলেকট্রনের ৩টি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হলেও চতুর্থ কোয়ান্টাম সংখ্যা অবশ্যই ভিন্ন হবে। যেমন- দুইটি ইলেকট্রন বিশিষ্ট একটি পরমাণুতে–

১ম ইলেকট্রনের জন্য $n = 1, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

২য় ইলেকট্রনের জন্য, $n = 1, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$

অর্থাৎ একই পরমাণুর ২টি ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার (n), আকৃতি (l), কৌণিক অবস্থান (m) একই হতে পারে যদি তাদের নিজ অক্ষের উপর ঘূর্ণনের দিক পরস্পর বিপরীতমুখী হয়।

গ যেহেতু দেওয়া আছে, Z ও R এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 8 এবং 16। তাই Z মৌলটি হলো অক্সিজেন (O) এবং R মৌলটি হলো সালফার (S)। Z মৌলটির হাইড্রাইড হলো H_2O এবং R মৌলটির হাইড্রাইড হলো H_2S।

২৬(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ এখানে ছক অনুসারে X, Y, Z মৌলগুলো হচ্ছে যথাক্রমে C, N, O। সুতরাং এদের সাধারণ হাইড্রাইডগুলো হলো CH_4, NH_3, H_2O। এদের জ্যামিতিক আকৃতি নিম্নরূপ:

অবশিষ্ট অংশ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ২৯

মৌল	পর্যায়	শ্রেণি
A	১ম	14
B	৩য়	14
M	৩য়	17

/সি. বো. ২০১৭/

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১

খ. বেরিলিয়াম ক্লোরাইড সরলরৈখিক কেন? ২

গ. M মৌলটি অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া প্রদর্শন করে—ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. BM_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় কিন্তু AM_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না—বিশ্লেষণ করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়ায় পারস্পরিক আণবিক সংঘর্ষ দ্বারা বা অন্য কোন উপায়ে বিক্রিয়কের একটি অংশ বিক্রিয়কের গড় শক্তি অপেক্ষা যে পরিমাণ অধিক শক্তি লাভ করে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করে, তাকে ঐ বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ বেরিলিয়াম ক্লোরাইডের Be পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস:

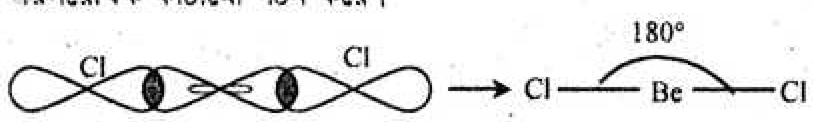
স্বাভাবিক অবস্থায় $Be(4) \longrightarrow 1s^2\,2s^2$

উত্তেজিত অবস্থায় $Be^*(4) \longrightarrow 1s^2\,2s^1\,2p_x^{\,1}$

এখানে, দুটি অযুগ্ম ইলেকট্রন বিদ্যমান এবং এদের সাথে ক্লোরিনের একটি করে ইলেকট্রন যুক্ত হয়ে বন্ধন গঠন করবে।

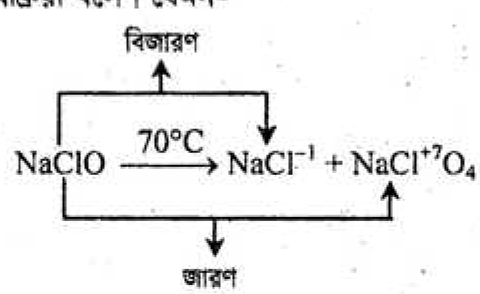
$Cl(17) = 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p_x^{\,2}\,3p_y^{\,2}\,3p_z^{\,1}$

সুতরাং এভাবেই sp সংকরণের মাধ্যমে $BeCl_2$ যৌগ গঠিত হয় এবং সরলরৈখিক কাঠামো গঠন করে।



গ এখানে M মৌলটি 17নং গ্রুপের ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত বলে মৌলটি হচ্ছে ক্লোরিন (Cl)।

ক্লোরিন (Cl) মৌলটি অসামঞ্জস্যতা বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। যদি কোনো বিক্রিয়ায় একই সাথে জারণ-বিজারণ সংঘটিত হয় তবে তাকে অসামঞ্জস্য বিক্রিয়া বলে। যেমন-



এখানে NaClO এর ক্ষেত্রে ক্লোরিনের (Cl) জারণ সংখ্যা +1। কিন্তু 70°C তাপমাত্রায় তা NaCl ও $NaClO_4$ উৎপন্ন করে এবং সেখানে জারণ সংখ্যা যথাক্রমে – 1 ও + 7। $NaCl^{+1}O$ থেকে NaCl হতে জারণ সংখ্যা + 1 থেকে –1 এ পরিবর্তিত হয়। সুতরাং এক্ষেত্রে বিজারণ ঘটে। আবার NaClO থেকে $NaClO_4$ তৈরি হতে জারণ সংখ্যা +1 থেকে + 7 এ পরিবর্তিত হয়। এক্ষেত্রে জারণ ঘটেছে।

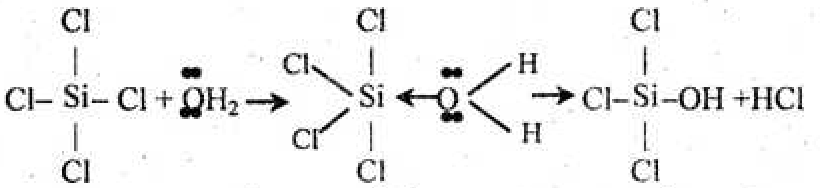
সুতরাং বলা যায়, Cl অসামঞ্জস্যতা প্রদর্শন করে।

ঘ এখানে, B মৌলটি ৩য় পর্যায়ের 14 নং গ্রুপে, M মৌলটি ৩য় পর্যায়ের 17 নং গ্রুপে এবং A মৌলটি ২য় পর্যায়ের 14 নং গ্রুপে অবস্থিত।

সুতরাং B মৌলটি হলো সিলিকন (Si), M মৌলটি হলো ক্লোরিন (Cl) এবং A মৌলটি হলো কার্বন (C)। তাই BM_4 এবং AM_4 যৌগ হলো $SiCl_4$ এবং CCl_4।

এখানে $SiCl_4$ আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় কিন্তু CCl_4 আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় না। এর কারণ আর্দ্র বিশ্লেষণের বিক্রিয়া কৌশলে নিহিত। কোন যৌগের আর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটার সময় প্রথম পদক্ষেপ হচ্ছে- পানির অণু তার নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা একটি সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে।

$SiCl_4$ এর আর্দ্রবিশ্লেষণের সময় পানির অণুর অক্সিজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়ের সাথে সিলিকন পরমাণুর সন্নিবেশ বন্ধনের মাধ্যমে অন্তবর্তী যৌগ গঠিত হয়।



এরূপে চার ধাপে পানির সাথে বিক্রিয়ায় $SiCl_4$ এর চারটি Cl পরমাণু চারটি –OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে থাকে।

$SiCl_4 + 4H - OH \longrightarrow Si(OH)_4 + 4HCl$

যেহেতু, সিলিকন ৩য় পর্যায়ের মৌল সেহেতু তার শূন্য 3d অরবিটাল আছে, যেখানে H_2O কর্তৃক যোগান ও শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগল স্থান দেওয়া সম্ভব। অন্য কথায় Si এর পক্ষে অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব।

অন্যদিকে ২য় পর্যায়ের মৌল কার্বনে এরূপ ফাঁকা d অরবিটাল নেই। তাই H_2O কর্তৃক যোগান ও শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগল স্থান দেওয়া এখানে সম্ভব নয়। ফলে C সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করতে পারে না। তাই CCl_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না।

প্রশ্ন ▶ ৩০ চারটি মৌলের যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস নিচে দেয়া হলো:

মৌল	P	Q	R	S
যোজ্যতা স্তর	ns^2np^2	ns^2	$(n+1)s^2(n+1)p^5$	$(n+1)s^2$

এখানে $n = 2$

/সি. বো. ২০১৭/

ক. আলফা কণা কী? ১

খ. এনজাইমকে জৈব প্রভাবক বলা হয় কেন? ২

গ. Q, R এবং S, R দ্বারা গঠিত যৌগের মধ্যে কোনটি গলনাংক বেশি-ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. P এবং R মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের আকৃতি কেমন হবে? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হিলিয়াম পরমাণু হতে দুটি ইলেকট্রন অপসারণ করলে যা পাওয়া যায় তা হচ্ছে হিলিয়াম নিউক্লিয়াস বা আলফা (α) কণা।

খ এনজাইম হলো ঈস্ট থেকে নিঃসৃত প্রাণহীন অদানাদার নাইট্রোজেনযুক্ত জটিল কাঠামোর জৈব পদার্থ। এনজাইম বৃহদাকার প্রোটিন জাতীয় অণু। এ দীর্ঘ অণুর বিভিন্ন বিন্দুতে কতগুলো সক্রিয় স্থান থাকে। এসব স্থানে বিক্রিয়ক অণু যুক্ত হয়ে অন্তবর্তী অস্থায়ী যৌগ গঠন করে যা পরে বিয়োজিত হয়ে উৎপাদে পরিণত হয় এবং এনজাইম বিমুক্ত হয়। এভাবে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক অণুকে সক্রিয় স্থান সরবরাহ করে সক্রিয়ন শক্তিকে হ্রাস করে এবং বিক্রিয়াকে ত্বরান্বিত করতে পারে বলেই এনজাইমসমূহ জৈব বিক্রিয়ায় প্রভাবক হিসেবে কাজ করে।

গ দেওয়া আছে,

Q মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস– ns^2 এখানে, $n = 2$

$= 2s^2$

$= 1s^2\,2s^2$

মৌলটি হলো (Be)

R মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস – $(n+1)s^2\,(n+1)p^5$

$= 3s^2\,3p^5$

$= 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^5$

মৌলটি হলো (Cl)

এবং S মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস – $(n+1)s^2$

$= 3s^2$

$= 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2 = Mg$

সুতরাং Q(Be) ও R(Cl) দ্বারা গঠিত যৌগ হচ্ছে $BeCl_2$ এবং S(Mg) ও R(Cl) দ্বারা গঠিত যৌগ হচ্ছে $MgCl_2$। এখানে, উভয়ের সাথে Cl যুক্ত আছে। সুতরাং এদের গলনাঙ্ক আমরা ফাজানের নীতি দ্বারা ব্যাখ্যা করতে পারি।

আমরা জানি, ক্যাটায়নের ক্ষুদ্র আকার এবং অ্যানায়নের বৃহৎ আকার হলো ফাজানের নীতি অনুসারে তার সমযোজী বৈশিষ্ট্য তত বেশি হবে। এক্ষেত্রে Be এর আকার Mg অপেক্ষা ছোট। সেহেতু $BeCl_2$ এর গলনাঙ্ক বেশি হবে।

ঘ "গ" থেকে প্রাপ্ত R মৌলটি হলো Cl।

এবং P মৌলটি হলো – $ns^2\,np^2$

$= 2s^2\,2p^2$; $n = 2$

$= 1s^2\,2s^2\,2p^2$

মৌলটি হলো C

সুতরাং P(C) এবং R(Cl) মৌল দ্বারা গঠিত যৌগটির নাম হচ্ছে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4)।

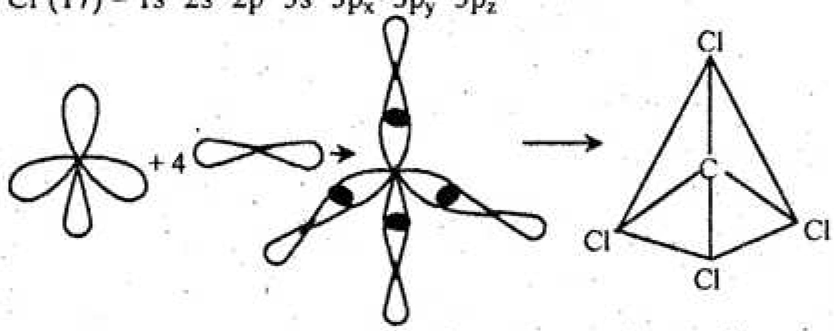
স্বাভাবিক অবস্থায় $C(6) - 1s^2\,2s^2\,2p^2$

উত্তেজিত অবস্থায় $C^*(6) - 1s^2$ $\boxed{2s^1\,2p_x^1\,2p_y^1\,2p_z^1}$

sp^3 সংকরণ

এখানে, চারটি একক ইলেকট্রন বিদ্যমান এবং এরা চারটি ক্লোরিনের একক ইলেকট্রনবিশিষ্ট $3p_z^1$ অরবিটালের সাথে মিশ্রিত হয়ে sp^3 সংকর অরবিটাল গঠন করবে।

$Cl^*(17) - 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p_x^2\,3p_y^2\,3p_z^1$



যেহেতু এখানে sp^3 সংকরণ এবং চারটি আণবিক অরবিটাল গঠিত হয়। সুতরাং এক্ষেত্রে CCl_4 এর আকৃতি হবে চতুস্থলকীয় এবং বন্ধন কোণ হবে আদর্শ চতুস্তলকের ক্ষেত্রে 109.5°।

প্রশ্ন ▶ ৩১ A^{2+} এর ব্যাসার্ধ 0.65Å

B^{2+} এর ব্যাসার্ধ 0.99 Å

C^{3+} এর ইলেকট্রন সংখ্যা 10 /সি. বো. ২০১৬/

ক. সাসপেনশন কী? ১

খ. তাপমাত্রা বাড়লে পানির আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি পায় কেন? ২

গ. 'C' মৌলের ক্লোরাইড ডাইমার গঠন করে— ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. 'A' ও 'B' মৌলদ্বয়ের কার্বনেটের মধ্যে কোনটি অধিক স্থিতিশীল? যুক্তি দাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5} এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ পানি একটি মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ। পানির আয়নিক গুণফল, $K_w = [H^+][OH^-]$
নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল স্থির। তবে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পানির আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি পায়। কারণ পানির আয়নিকরণ বা বিয়োজন একটি তাপহারী বিক্রিয়া।

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^- \quad \Delta H = + x \text{ kJ mol}^{-1}$

সুতরাং তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা শাতেলীয় নীতি অনুসারে, উভমুখী বিয়োজন বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডানে স্থানান্তরিত হয়। ফলে দ্রবণে H^+ ও OH^- আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং K_w এর মানও বেড়ে যায়।

গ যেহেতু C^{3+} মৌলের ইলেকট্রন সংখ্যা 10। সুতরাং C মৌলের ইলেকট্রন সংখ্যা 13 এবং মৌলটি হলো Al।

Al এর ইলেকট্রন বিন্যাস:

$^*Al \rightarrow 1s^2\, 2s^2 2p^6\, 3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^0$

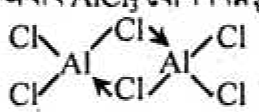
Al, Cl এর সাথে বন্ধন গঠন করে $AlCl_3$ গঠন করে।

Cl এর ইলেকট্রন বিন্যাস:

$Cl \rightarrow 1s^2\, 2s^2 2p^6\, 3s^2\, 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায়, Al এ ১টি ফাঁকা p orbital এবং Cl-এর তিনটি মুক্ত জোড় ইলেকট্রন আছে। দুটি $AlCl_3$ যৌগ একে অপরের সাথে Cl পরমাণু দ্বারা ব্রীজ তৈরি করে ডাইমার যৌগ Al_2Cl_6 গঠন করে। Al_2Cl_6 যৌগে প্রতিটি Al পরমাণু চারটি Cl পরমাণুর সাথে বন্ধন গঠন করে চতুস্তলকীয় আকৃতি লাভ করে। Al এর অষ্টক অপূর্ণ থাকায় দুটি Al পরমাণু তাদের মধ্যে বন্ধন তৈরি করে অষ্টক পূর্ণ করে।

তাই C মৌলের ক্লোরাইড অর্থাৎ $AlCl_3$ যৌগ নিম্নরূপে ডাইমার গঠন করে।



ঘ দেওয়া আছে, A^{2+} এর ব্যাসার্ধ 0.65Å অর্থাৎ এটি Mg^{2+}
এবং B^{2+} এর ব্যাসার্ধ 0.99Å অর্থাৎ এটি Ca^{2+}।

এখন Mg এর কার্বনেট হলো $MgCO_3$ ও Ca এর কার্বনেট হলো $CaCO_3$। Mg ও Ca দুটোই গ্রুপ II এর মৌল। আমরা জানি, ক্যাটায়ন দ্বারা কার্বনেট আয়নের যত বেশি পোলারায়ন হয় তাপ সহতা তত হ্রাস পায় অর্থাৎ দ্রুত বিয়োজিত হয় বা স্থিতিশীলতা হ্রাস পায়। আবার, পোলারায়ন নির্ভর করে ক্যাটায়নের আকার ও চার্জ ঘনত্বের উপর। এখানে, Mg^{2+} ও Ca^{2+} আয়ন দুই একক ধনাত্মক চার্জ বিশিষ্ট হওয়ায় তারা কার্বনেট আয়নকে যথেষ্ট পোলারায়িত করে। ফলে তাদের কার্বনেটসমূহ উত্তাপে বিয়োজিত হয়।

$MgCO_3 \xrightarrow{\Delta} MgO + CO_2$

$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$

কিন্তু ফাযানের নীতি অনুসারে ক্যাটায়নের আকার যত বাড়ে তত ক্যাটায়ন অ্যানায়নকে কম পোলারায়িত করতে পারে। এখানে Mg^{2+} এর আকার Ca^{2+} এর আকার অপেক্ষা ছোট। তাই Mg^{2+}, Ca^{2+} আয়ন অপেক্ষা ঋণাত্মক কার্বনেট আয়নকে বেশি পোলারায়িত করতে পারে। ফলে শর্তানুসারে $MgCO_3$ এর স্থিতিশীলতা $CaCO_3$ অপেক্ষা কম হয়।

প্রশ্ন ▶৩২

প্রতীকী মৌল	সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস
A	$(n-1)s^1$
B	$ns^2\, np^2$
C	$ns^2 np^3$
D	$ns^2 np^4$

[n = 2]

/সি. বো. ২০১৬/

ক. দ্রাবক নিষ্কাশন কী? ১

খ. 25° সে. তাপমাত্রায় $M(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 2.5×10^{-39} বলতে কী বুঝ? ২

গ. সাধারণ তাপমাত্রায় A_2D, BD_2 এর ভৌত অবস্থা ভিন্ন কেন? —ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপক মতে B ও C এর হাইড্রাইডদ্বয়ের মধ্যে কোনটির বন্ধন কোণের মান বেশি— কারণসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন দ্রাবকে দ্রবীভূত একাধিক যৌগের মিশ্রণ থেকে সুনির্দিষ্ট উপযোগী দ্রাবক দ্বারা নির্দিষ্ট দ্রবকে মিশ্রণ থেকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে দ্রাবক নিষ্কাশন বলে।

খ 25°C তাপমাত্রায় $M(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 2.5×10^{-39} বলতে বোঝায়, 25°C তাপমাত্রায় M^{3+} আয়ন এবং OH^- আয়নের ঘনমাত্রার ঘনফলের গুণফলের মান 2.5×10^{-39}। অর্থাৎ,

$M(OH)_3 \rightleftharpoons M^{3+} + 3OH^-$

$K_{sp} = [M^{3+}] \times [OH^-]^3$
$= 2.5 \times 10^{-39}$

গ যেহেতু n = 2, সুতরাং প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে A, B এবং D হলো যথাক্রমে হাইড্রোজেন, কার্বন এবং অক্সিজেন। সুতরাং, A_2D হলো পানি (H_2O)।

এবং BD_2 হলো কার্বন ডাই অক্সাইড (CO_2)।

যদিও H_2O এবং CO_2 দুটিই অক্সাইড তথাপি তাদের ভৌত অবস্থা ভিন্ন। পানির ভৌত অবস্থা তরল এবং CO_2 এর ভৌত অবস্থা গ্যাসীয়। এর মূল কারণ হলো এদের মধ্যকার হাইড্রোজেন বন্ধন।

H_2O তে অক্সিজেন এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.5। ফলে ইলেকট্রন জোটের উপর O এর আকর্ষণ অনেক বেশি হয়। তাই O পরমাণু আংশিক ঋণাত্মক এবং H পরমাণু আংশিক ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয়ে পড়ে। ফলে পার্শ্ববর্তী দুটি অণুর মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হয়।

$H^{\delta+} - O^{2\delta-} \;......\; H^{\delta+} - O^{2\delta-} \;......\; H^{\delta+} - O^{2\delta-}$
$\quad\;\; | \qquad\qquad\quad | \qquad\qquad\quad |$
$\quad H^{\delta-} \qquad\quad H^{\delta-} \qquad\quad H^{\delta-}$

অপরদিকে CO_2 অণুতে কার্বন এবং অক্সিজেন এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য কম হওয়ায় পানির মতো এখানে কোনো পোলারায়ন ঘটে না। ফলে CO_2 কক্ষ তাপমাত্রায় গ্যাসীয় হয়। মূলত তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে প্রদত্ত যৌগ দুটির ভৌত অবস্থায় ভিন্নতা দৃশ্যমান হয়।

ঘ প্রশ্নমতে B ও C মৌল দুটি হলো কার্বন ও নাইট্রোজেন। এদের হাইড্রাইডদ্বয় যথাক্রমে মিথেন (CH_4) এবং অ্যামোনিয়া (NH_3)।
অবশিষ্ট অংশ সৃজনশীল ৩ এর 'গ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶৩৩

গ্রুপ→ / পর্যায় ↓	IA	VIA	VIIA
1	A		
2		D	E
3		M	

/সি. বো. ২০১৭/

ক. পলির বর্জন নীতি কী? ১

খ. কলয়েড কণার সুস্থিতি কীভাবে বিনষ্ট করা যায়—ব্যাখ্যা করো। ২

গ. AE অপেক্ষা A_2D এর স্ফুটনাংক বেশি কেন—ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. A_2D ও A_2M এর বন্ধন কোণের পার্থক্যের কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক "একই পরমাণুতে যেকোন দুটি ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না"।

খ কলয়েড কণার সুস্থিতি বিনষ্ট করার উপায় হলো—

i. দুটি বিপরীত আধানযুক্ত সলকে সমমোলার অনুপাতে মেশালে উভয়েরই কোয়াগুলেশন হবে।

ii. সাধারণভাবে ফুটিয়ে কোন কোলয়েড দ্রবণকে কোয়াগুলেশন করা যায়।

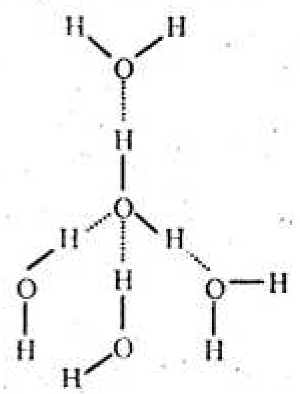
iii. তড়িৎচালন প্রক্রিয়ার মাধ্যমেও কলয়েডের সুস্থিতি বিনষ্ট করা যায়।

গ প্রদত্ত A মৌলটি 1 নং গ্রুপের ১ম পর্যায়ে অবস্থিত। তাই মৌলটি হলো হাইড্রোজেন (H) আবার D মৌলটি VIA গ্রুপের ২য় পর্যায়ে অবস্থিত। তাই মৌলটি হলো অক্সিজেন (O) এবং E মৌলটি VIIA গ্রুপের ২য় পর্যায়ে অবস্থিত। তাই মৌলটি হলো ফ্লোরিন (F)।

সুতরাং A_2D যৌগটি হলো H_2O এবং AE যৌগ হলো HF।

HF অপেক্ষা H_2O এর স্ফুটনাঙ্ক বেশি। কারণ পানি ও HF উভয়ই হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করলেও H_2O তে দুটি H – bond দাতা এবং দুটি H– bond গ্রহীতা বিদ্যমান। তাই প্রতিটি পানির অণুতে দুটি H–bond বিদ্যমান। ফলে বন্ধন শক্তির মান অধিক হয় এবং স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।

অপরদিকে HF অণুতে 3টি H– bond দাতা এবং একটি H– bond গ্রহীতা বিদ্যমান থাকায় প্রতিটি HF পরমাণুতে শুধুমাত্র একটি H– bond বিদ্যমান থাকে। তাই HF এর স্ফুটনাঙ্ক (19.5°C) পানির স্ফুটনাঙ্ক (100°C) অপেক্ষা কম হয়।



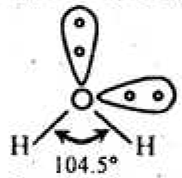
চিত্র : পানির অণুর H- bond



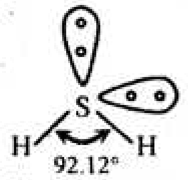
চিত্র : HF অণুতে H- bond

ঘ এখানে পর্যায় সারণী অনুসারে M মৌলটি হলো সালফার (S)। H_2O ও H_2S উভয় যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণু অক্সিজেন ও সালফার sp^3 সংকরিত বিধায় এদের বন্ধন কোণের মান 109.5° হওয়ার কথা। কিন্তু বাস্তবে এসব যৌগের বন্ধন কোণের মান sp^3 সংকরণের আদর্শ মান অপেক্ষা কম হয়।

কারণ মুক্ত জোড়-মুক্ত জোড় বিকর্ষণের কারণে সাধারণত sp^3 সংকরিত অণুর বন্ধন কোণের হ্রাস ঘটে। আবার একই গ্রুপের মৌল অক্সিজেনের অপেক্ষা সালফারের পারমাণবিক আকার বড়। আকার বড় হওয়ার কারণে মুক্ত জোড়-মুক্ত জোড় এবং মুক্ত জোড়-বন্ধন জোড় বিকর্ষণ মান হ্রাস পায় এবং একই সাথে বন্ধন কোণেরও হ্রাস ঘটে। তাই sp^3 সংকরিত হওয়া সত্ত্বেও H_2O এর বন্ধন কোণ (104.5°), H_2S এর বন্ধন কোণ (92.12°) অপেক্ষা বেশি হয়। আবার অন্যভাবে বলা যায় S– পরমাণুতে ফাঁকা 3d অরবিটাল বিদ্যমান যার ফলে এখানে মুক্ত জোড়-মুক্ত জোড় বিকর্ষণের ফলে বন্ধন কোণের সংকোচন মাত্রা H_2O অপেক্ষা যথেষ্ট বেশি হয়। তাই H – S – H এর বন্ধন কোণের মান অস্বাভাবিকভাবে হ্রাস পেয়ে 92.12° হয়।



চিত্র : পানি অণু



চিত্র : H_2S অণু

সুতরাং S পরমাণুতে মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের অধিক বিকর্ষণ এবং বিদ্যমান ফাঁকা d অরবিটাল এই বিকর্ষণে আকৃতি সংকোচনে সাহায্য করে বলে H_2S এর বন্ধন কোণ তুলনামূলকভাবে একই সংকরণ এবং একই মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও H_2O অপেক্ষা হ্রাস পায়।

প্রশ্ন ▶ ৩৪ তিনটি মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ—

A– ns^1
E–ns^2
D–ns^2,np^5
এখানে, n = 3

[য. বো. ২০১৭]

ক. টেলকম পাউডারের প্রধান উপাদান কী? ১
খ. অ্যাটম ইকোনমি বলতে কী বুঝ? ২
গ. A ও E এর দ্বি-ধনাত্মক আয়ন গঠনের সম্ভাব্যতা ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. AD কী পানিতে দ্রবীভূত হবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক টেলকম পাউডারের প্রধান উপাদান হলো ট্যালক ($3MgO.4SiO_2.H_2O$)।

খ অ্যাটম ইকোনমি হলো বিক্রিয়কসমূহকে সম্পূর্ণরূপে উৎপাদে পরিণত করার সক্ষমতা। এটি গ্রিন কেমিস্ট্রির অন্যতম মূল ভিত্তি। এক্ষেত্রে আকাঙ্ক্ষা থাকে যে সকল পরিমাণ বিক্রিয়ক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে এবং বিক্রিয়কসমূহের মোট ভর যেন উৎপাদসমূহের মোট ভরের সমান হয়। ফলে বিক্রিয়কসমূহের সর্বোচ্চ ব্যবহার নিশ্চিতকরণের মাধ্যমে বর্জ্যের পরিমাণ হ্রাস পাবে এবং সে সংক্রান্ত ব্যয়ও কমে যাবে।

কোনো বিক্রিয়ার অ্যাটম ইকোনমিকে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়–

$$AE = \frac{\text{কাঙ্ক্ষিত উৎপাদের সংকেত ভর}}{\text{সকল বিক্রিয়কের সংকেত ভরের সমষ্টি}} \times 100\%$$

গ প্রশ্নানুসারে A ও E মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রন বিন্যাস হলো– $3s^1$ এবং $3s^2$। সুতরাং মৌল দুটি হলো যথাক্রমে সোডিয়াম (Na) ও ম্যাগনেসিয়াম (Mg)।

যেহেতু E মৌলটির শেষ কক্ষপথে ২টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই মৌলটি অতি সহজে শেষ কক্ষপথের দুটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে দ্বি-ধনাত্মক আয়ন গঠন করতে পারে।

$E \longrightarrow ns^2$
$E - 2e^- \longrightarrow E^{2+}$

অপরদিকে A মৌলের বা সোডিয়ামের শেষ কক্ষপথে একটি ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই A মৌলটি একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে একক ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়।

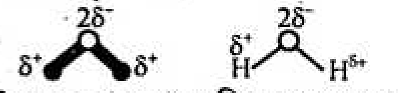
$A \longrightarrow ns^1$
$A - e^- \longrightarrow A^+$

এই A^+ আয়নের সর্বশেষ কক্ষপথে আর কোনো অপসারণযোগ্য ইলেকট্রন নেই। এছাড়াও A^+ আয়নের সর্বশেষ কক্ষপথের পূর্ববর্তী কক্ষপথ ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকায় তা একটি স্থিতিশীল কাঠামো গঠন করে ফলে ইলেকট্রন ত্যাগ করা সম্ভব হয় না। তাই A^+ আয়নের পক্ষে দ্বি-ধনাত্মক আয়ন গঠন সম্ভব নয়।

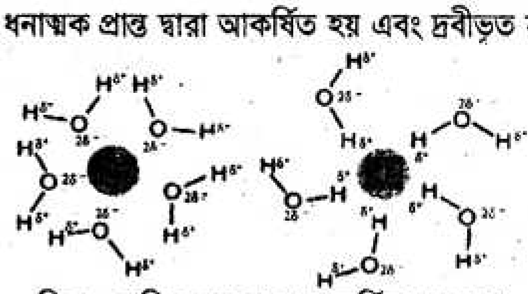
সুতরাং, উপরিউক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে E মৌলের বা ম্যাগনেসিয়ামের বহিঃস্থ কক্ষপথে কেবলমাত্র দুটি ইলেকট্রন থাকায় এর দ্বি-ধনাত্মক আয়ন গঠনের সম্ভাবনা থাকলেও A মৌলের বা সোডিয়ামের সেই সম্ভাবনা নেই।

ঘ প্রশ্নানুসারে A ও D হলো H ও Cl। সুতরাং A ও D দ্বারা গঠিত আয়নিক যৌগ হলো NaCl।

পানির অণুতে বিদ্যমান অক্সিজেন ও হাইড্রোজেনের মধ্যকার ইলেকট্রন যুগল অক্সিজেন পরমাণুর দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। কেননা অক্সিজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা হাইড্রোজেন অপেক্ষা অধিক। তাই পানির অণুর হাইড্রোজেন প্রান্তে আংশিক ধনাত্মক প্রান্তের এবং অক্সিজেন প্রান্তে আংশিক ঋণাত্মক প্রান্তের সৃষ্টি হয়।



আয়নিক NaCl যৌগের Na^+ প্রান্ত পানির ঋণাত্মক প্রান্ত দ্বারা এবং Cl^- প্রান্ত পানির ধনাত্মক প্রান্ত দ্বারা আকর্ষিত হয় এবং দ্রবীভূত হয়।



চিত্র : পানির অণু দ্বারা আকর্ষিত AD অণু

এভাবেই উৎপন্ন যৌগ আয়নিক এবং এর বিপরীত আয়ন বিশিষ্ট প্রান্ত থাকায় তা পোলার পানির অনুরূপ বিপরীত প্রান্তকে আকর্ষণ করে চারদিক থেকে ঘিরে রাখে। ফলে উল্লেখিত আয়নিক যৌগ NaCl পোলার পানিতে দ্রবণীয়।

প্রশ্ন ▶৩৫ নিচের যৌগগুলি লক্ষ করো:

(A) CCl_4 (B) $BeCl_2$ (C) NH_3

[য. বো. ২০১৬]

ক. সাসপেনশন কী? ১

খ. অবস্থান্তর মৌল কী? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. B নং যৌগের সংকরায়ন প্রণালী আলোচনা করো। ৩

ঘ. A ও C নং যৌগের আকারগত পার্থক্যের কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5} এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ যে সকল মৌলের সুস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথের d অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা আংশিক পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। যেমন:

$Fe^{3+}(26) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^0$

এখানে Fe মৌলের সর্বশেষ স্তরের d অরবিটাল অর্ধপূর্ণ থাকে। তাই বলা যায়, অবস্থান্তর মৌলের সংজ্ঞানুসারে আয়রন একটি অবস্থান্তর মৌল।

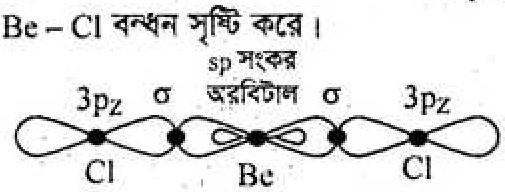
গ প্রদত্ত B যৌগটি হলো $BeCl_2$। $BeCl_2$ এর সংকরণ নিম্নে আলোচনা করা হলো:—

$BeCl_2$ যৌগের কেন্দ্রীয় মৌল Be এর ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2\ 2s^2$। ১ম দৃষ্টিতে Be এর যোজনী শূন্য মনে হলেও উদ্দীপিত অবস্থায় 2s থেকে একটি ইলেকট্রন 2p তে স্থানান্তরিত হয়।

$Be(4) = 1s^2\ 2s^2$

$Be(4) = 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1$

ফলে বেরিলিয়ামে সর্ববহিঃস্থ স্তরে দুটি অযুগ্ম ইলেকট্রনের সৃষ্টি হয়। সৃষ্ট দুটি ইলেকট্রন সংমিশ্রিত হয়ে সমশক্তি সম্পন্ন দুটি অরবিটাল সৃষ্টি করে। তাই $BeCl_2$ যৌগে Be এর sp সংকরায়ন ঘটে। সৃষ্ট সংকর অরবিটাল দুটি Cl এর দুটি পরমাণুর $(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1)$ মধ্যে এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট অরবিটালের সাথে $(3p_z^1)$ অধিক্রমণ প্রক্রিয়ায় দুটি Be – Cl বন্ধন সৃষ্টি করে।



তাই আলোচ্য ব্যাখ্যার প্রেক্ষিতে এ কথা স্পষ্ট করে বলা যায় $BeCl_2$ যৌগে Be এর sp সংকরণ ঘটে বা sp সংকরণের মাধ্যমে $BeCl_2$ যৌগ গঠিত হয়।

ঘ আমরা জানি, কোনো অণুর আকার অণুতে অবস্থিত কেন্দ্রীয় মৌলের বন্ধন জোড় এবং মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের উপর নির্ভর করে। প্রদত্ত A যৌগ হলো CCl_4 এবং C যৌগ হলো NH_3। উভয় অণুতে sp^3 সংকরণ ঘটলেও আকারে ভিন্নতা দেখা যায়। এদের এই আকারগত পার্থক্যের কারণ নিচে বর্ণনা করা হলো:

CCl_4 এর কেন্দ্রীয় মৌল কার্বন এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো—

$C(6) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^0$

$C^*(6) = 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

উত্তেজিত অবস্থায় কার্বন এর সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথের চারটি অরবিটাল মিশ্রিত হয়ে চারটি সংকর অরবিটাল গঠন করে যা একটি চতুস্তলকের শীর্ষ বিন্দুর দিকে প্রসারিত হয়। এ সমশক্তির চারটি অরবিটাল পরবর্তীতে Cl এর চারটি পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথের $3p_z^1$ অরবিটালের সাথে অধিক্রমণের মাধ্যমে CCl_4 যৌগ গঠন করে। যেহেতু এক্ষেত্রে sp^3 সংকরণ ঘটে এবং কেন্দ্রীয় মৌলের কোনো মুক্ত জোড় ইলেকট্রন নেই তাই এর আকৃতি চতুস্তলকীয় এবং বন্ধন কোণ 109°28′ হয়। অন্যদিকে NH_3 এর কেন্দ্রীয় মৌল N এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো—

$N(7) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

N এর সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনসমূহ সংমিশ্রিত হয়ে চারটি সংকর অরবিটাল গঠন করে। চারটি সংকর অরবিটাল এর মধ্যে অযুগ্ম ইলেকট্রন ধারণকারী তিনটি অরবিটাল তিনটি H এর $1s^1$ অরবিটালের সাথে অধিক্রমণ ঘটায়। যেহেতু এক্ষেত্রেও N এর sp^3 সংকরণ ঘটে তাই গঠন চতুস্তলকীয় হওয়ার কথা কিন্তু N এর একটি সংকর অরবিটালে মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকায় বিকর্ষণের কারণে বন্ধন কোণের পরিমাণ 109°28′ হতে কমে 107° হয় এবং গঠন পরিবর্তিত হয়ে ত্রিকোণাকার পিরামিডের ন্যায় হয়।

সুতরাং বলা যায় যে, মূলত মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের উপস্থিতির কারণে একই সংকরণ হওয়া সত্ত্বেও CCl_4 অণুর আকৃতি হয় চতুস্থলকীয় এবং NH_3 অণুর আকৃতি হয় ত্রিকোণাকার পিরামিডের ন্যায়।

প্রশ্ন ▶৩৬

গ্রুপ → / ↓ পর্যায়	IA	IVA	VA	VIA
1	A	–	–	–
2	–	X	Y	Z

[য. বো. ২০১৫]

ক. অরবিট কী? ১

খ. ফ্লোরিন সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. YA_3 যৌগের আকৃতি বর্ণনা করো। ৩

ঘ. XA_4 এবং YA_3 পৃথকভাবে A_2Z এর সাথে যুক্ত করলে কোনটি সমসত্ত্ব মিশ্রণ তৈরি করবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ইলেকট্রনের আবর্তনের জন্য যেসব বৃত্তাকার স্থির কক্ষপথ বা শক্তিস্তর আছে তাদেরকে অরবিট বলে।

খ আমরা জানি, পর্যায়বৃত্ত ধর্ম অনুসারে পর্যায় সারণির একই পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান বৃদ্ধি পায়। আবার, একই গ্রুপের নিচ থেকে উপরের দিকে গেলেও তড়িৎ ঋণাত্মকতা বৃদ্ধি পায়। নিষ্ক্রিয় গ্যাস ছাড়া একমাত্র ফ্লোরিনই পর্যায় সারণির সর্ব ডানে এবং সবার ওপরে অবস্থিত, তাই পর্যায়বৃত্ত ধর্ম অনুসারে এ কথা বলা যায় যে ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা সবচেয়ে বেশি।

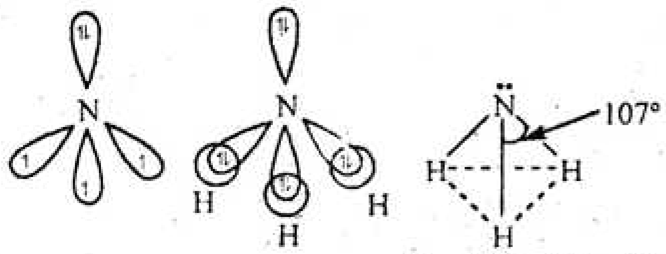
গ প্রদত্ত সারণি অনুসারে A ও Y মৌল দুটি যথাক্রমে হাইড্রোজেন (H) ও নাইট্রোজেন (N)। YA_3 অর্থাৎ NH_3 যৌগের আকৃতি নিচে বর্ণনা করা হলো:

NH_3 অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণু N। N মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 7 এবং এর ইলেকট্রন বিন্যাস—

$N(7) = 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ $2s^2$ [⇅] $2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ [↑|↑|↑]

সক্রিয়, $N^* = 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ $2s^2$ [⇅] $2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ [↑|↑|↑]

N পরমাণুর sp^3-সংকরিত অরবিটালের তিনটির প্রত্যেকটিতে একটি করে অযুগ্ম ইলেকট্রন এবং একটিতে জোড় ইলেকট্রন অবস্থান করে। N-পরমাণুর তিনটি sp^3-অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রনের সাথে হাইড্রোজেন পরমাণুর s অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রন অধিক্রমণ করে NH_3 অণুর গঠন কাঠামো সৃষ্টি করে।



ত্রিকোণী পিরামিডীয় গঠন

চিত্র: NH_3 অণুর গঠন

সংকরিত অরবিটালের জোড় ইলেকট্রনই নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় হিসেবে থেকে যায়। নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় বন্ধন ইলেকট্রন জোড় বিকর্ষণ বল, বন্ধন ইলেকট্রন জোড়-বন্ধন ইলেকট্রন জোড় বিকর্ষণ বল অপেক্ষা বেশি হওয়ায় NH_3 অণুর আকৃতি চতুস্তলকীয় গঠন কাঠামো না হয়ে ত্রিকোণাকার পিরামিডীয় গঠন হয়।

ঘ প্রদত্ত তথ্যানুযায়ী, X মৌলটি হচ্ছে কার্বন এবং A মৌলটি হলো হাইড্রোজেন। সুতরাং XA_4 হচ্ছে মিথেন (CH_4)। আবার Y মৌলটি হলো নাইট্রোজেন এবং Z মৌলটি হচ্ছে অক্সিজেন। সুতরাং YA_3 যৌগটি হলো NH_3 এবং A_2Z হলো H_2O।

XA_4 বা মিথেনকে A_2Z বা পানির (H_2O) সাথে যুক্ত করা হলে কোনো সমসত্ত্ব মিশ্রণ তৈরি হবে না। কারণ প্রথমত, মিথেন একটি অপোলার যৌগ এবং পানি একটি পোলার যৌগ। দ্বিতীয়ত, মিথেন একটি গ্যাস এবং পানি তরল অবস্থায় থাকে। "Like dissolves like" নীতি অনুযায়ী মিথেন ও পানির মধ্যে কোন মিথস্ক্রিয়া ঘটবে না এবং এর ফলে কোন সমসত্ত্ব মিশ্রণও তৈরি হবে না।

অপরদিকে YA_3 বা NH_3 কে A_2Z বা পানির সাথে মিশ্রিত করলে একটি সমসত্ত্ব মিশ্রণ তৈরি হবে।

$NH_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

এক্ষেত্রে অ্যামোনিয়া ক্ষার হিসেবে কাজ করে, কেননা এটি পানি থেকে একটি প্রোটন গ্রহণ করে।

আবার অ্যামোনিয়া ও পানির মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হয় বলে এ দুটির মধ্যে সমসত্ত্ব মিশ্রণ তৈরি হয় এবং এ মিশ্রণের $pH > 7.0$ হয়ে থাকে।

```
    H
    |
H – N ........ H – O ......
    |              |
    H              H
```

সুতরাং প্রদত্ত যৌগসমূহের প্রকৃতি অনুযায়ী বলা যায় যে যৌগসমূহ পানিতে মিশ্রিত হয়ে সমসত্ত্ব মিশ্রণ তৈরি করবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৭

পারমাণবিক সংখ্যা	3	4	5	6	7	8	9
আয়নিকরণ বিভব (kJ/mol)	520	899	801	1080	1402	1314	1680

/ব. বো. ২০১৭/

ক. সমসত্ত্ব প্রভাবন কী? ১

খ. 675nm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট বর্ণালীর শক্তি নির্ণয় করো। ২

গ. উদ্দীপকের মৌলসমূহের আকার কীভাবে পরিবর্তিত হয়? ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে আয়নিকরণ বিভবের ক্রম পরিবর্তনের ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়– বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রভাবনের ক্ষেত্রে প্রভাবকসহ বিক্রিয়ার সকল পদার্থ একই দশায় বর্তমান থাকে তাকে সমসত্ত্ব প্রভাবন বলে।

খ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 675nm = 675 \times 10^{-9}nm$

আলোর গতি, $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

ফ্রিক্যুয়েন্সি, $\nu = ?$

আমরা জানি, $c = \nu\lambda$

বা, $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$= \frac{3 \times 10^8 ms^{-1}}{675 \times 10^{-9}m} = 4.4 \times 10^{14}$ Hz

আবার, শক্তি, $E = h\nu$

বা, $E = 6.626 \times 10^{-34} \times 4.4 \times 10^{14}J$

$= 29.15 \times 10^{-20}J$

এখানে, h হলো প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক এবং এর মান $= 6.626 \times 10^{-34}Js$

অতএব, 675nm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট বর্ণালীর শক্তি, $29.15 \times 10^{-20}J$।

গ প্রদত্ত ছকের মৌলসমূহ পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের অন্তর্ভুক্ত। আমরা জানি একই পর্যায়ের মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সাথে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। প্রদত্ত মৌলসমূহ একই পর্যায়ভুক্ত হওয়ায় পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সাথে এই মৌলগুলোর পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। পারমাণবিক আকার হ্রাসের কারণ হলো, একই পর্যায়ে মৌলসমূহের পরমাণুতে ইলেকট্রন কক্ষপথের সংখ্যা নির্দিষ্ট। কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ায় পরমাণুর নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কক্ষপথে ইলেকট্রন সংখ্যাও বৃদ্ধি পায়। ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পেলেও নতুন কক্ষপথ সৃষ্টি না হওয়ায় অধিক সংখ্যক প্রোটন ও ইলেকট্রনের আকর্ষণের ফলে পরমাণুর আকার সংকুচিত হয়ে আসে ফলে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। তাই বলা যায় প্রোটন ও ইলেকট্রনের অন্তবর্তী আকর্ষণ সৃষ্টির কারণেই মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক আকার ছোট হয়ে আসে।

ঘ উল্লেখিত ছকে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পরমাণুর আকার হ্রাস পায়, নিউক্লিয়াস সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের উপর আকর্ষণ বল বৃদ্ধি পায় ফলে আয়নীকরণ শক্তির মান ক্রমশ বাড়তে থাকে। কিন্তু টেবিল থেকে দেখা যায় যে, পারমাণবিক সংখ্যা 4 বিশিষ্ট মৌল Be এর আয়নীকরণ শক্তির মান পারমাণবিক সংখ্যা 5 বিশিষ্ট মৌল B এবং পারমাণবিক সংখ্যা 7 বিশিষ্ট মৌল N এর আয়নীকরণ শক্তির মান 8 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌল O এর চেয়ে বেশি। ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে এই ব্যতিক্রমের পরিষ্কার ধারণা পাওয়া সম্ভব।

Be ও B ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$Be (4) \rightarrow 1s^2 2s^2$

$B(5) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^1$

Be এর সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন যুগল অবস্থায় থাকে বলে Be এর ইলেকট্রন অপসারণ B এর অযুগ্ম ইলেকট্রন অপসারণ থেকে কঠিন। তাই Be এর আয়নীকরণ শক্তির মানও বেশি হয়।

অন্যদিকে, O ও N এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$N(7) = 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

$O(8) = 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$

উপরোক্ত N পরমাণুর বহিঃস্তরে তিনটি অরবিটাল তিনটি ইলেকট্রন দ্বারা সুষমভাবে বিন্যস্ত। ফলে এটি অধিক সুস্থিত বিন্যাস। আবার অক্সিজেন পরমাণুর বহিঃস্থ শক্তিস্তরে বিষমভাবে ইলেকট্রন বিন্যস্ত । ফলে শক্তির তারতম্যের জন্য O এর ইলেকট্রন অপসারণ করা নাইট্রোজেন পরমাণুর তুলনায় অনেক সহজ হয় থাকে। তাই O এর আয়নীকরণ শক্তির মান N এর তুলনায় কম হয়।

প্রশ্ন ▶ ৩৮ A^{2+} ও B^{2+} আয়ন দুইটির সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে $3d^9$ ও $3d^{10}$। /ব. বো. ২০১৭/

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. $[A(NH_3)_4]^{2+}$ এর গঠন প্রক্রিয়া আলোচনা করো। ৩

ঘ. $[A(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নটি রঙিন হলেও $[B(NH_3)_4]^{2+}$ বর্ণহীন–ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সবার জন্য পরিমিত পরিমাণে সুষম খাদ্যের নিশ্চয়তাকে খাদ্য নিরাপত্তা বলে।

খ শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কারণ ধাতব লবণসমূহের মধ্যে ক্লোরাইড লবণ অধিক উদ্বায়ী। তাই ধাতব লবণকে গাঢ় HCl এ সিক্ত করে বুনসেন বার্নারের অনুজ্জ্বল শিখায় উত্তপ্ত করলে বাষ্পীভূত অবস্থায় ধাতব ক্যাটায়ন নিকটস্থ অ্যানায়ন হতে ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব পরমাণুতে পরিণত হয়। এই ধাতব পরমাণু শিখা হতে শক্তি শোষণ করে উদ্দীপ্ত হয়। এই উদ্দীপিত অবস্থা অস্থায়ী হওয়ায় ঐ শোষিত শক্তি বিকিরিত হয় এবং নির্দিষ্ট বর্ণের আলো দেখা যায়।

গ ৭৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ দেওয়া আছে, A^{2+} আয়নের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^9$।

A^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো–

$A^{2+} \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9\ 4s^0$

তাই মৌলটি হলো (Cu)।

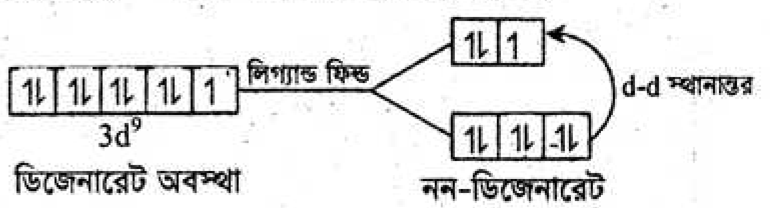
আবার, B^{2+} আয়নের বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^{10}$। B^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো–

$B^{2+} \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^0$ তাই, মৌলটি হলো (Zn)।

অবস্থান্তর ধাতুর অধিকাংশ যৌগ এবং তাদের আয়নের দ্রবণসমূহ রঙিন। অবস্থান্তর ধাতু ও আয়নে অপূর্ণ d অরবিটাল থাকে বলেই এরা রঙিন হয়।

অবস্থান্তর ধাতুর পরমাণুর বহিস্তরের d অরবিটালসমূহের শক্তি সমান। একে ডিজেনারেট অবস্থা বলে। কিন্তু যৌগ গঠনের সময় অন্য পরমাণুর অরবিটালের সজো অবস্থান্তর ধাতব আয়নের d অরবিটালের অধিক্রমণ ঘটায় d অরবিটালসমূহের মধ্যে শক্তির কিছুটা পার্থক্য সৃষ্টি হয় (নন-ডিজেনারেট অবস্থা)। সুতরাং যৌগের দ্রবণে আলো পড়লে d ইলেকট্রন দৃশ্যমান অঞ্চলের আলো শোষণ করে কাছাকাছি শক্তির অপর d অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়। যে বর্ণের আলো শোষণ করে তার সম্পূরক বর্ণের আলো দৃশ্যমান হয়। ফলে অবস্থান্তর ধাতুর আয়নের দ্রবণটি ঐ নির্দিষ্ট বর্ণের হয়। Zn^{2+} আয়নে সুস্থিত d^{10} কনফিগারেশন থাকায় ইলেকট্রনের কোন d-d স্থানান্তর সম্ভব নয়। এজন্য জিংক লবণসমূহ বর্ণহীন। কিন্তু Cu^{2+} আয়নে অপূর্ণ d অরবিটাল আছে। এজন্য কিউপ্রিক লবণগুলো রঙিন।

$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ এ Cu^{2+} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^9$



চিত্র: অবস্থান্তর মৌলের রঙিন যৌগের গঠনের ব্যাখ্যা

রঙিন যৌগের ক্ষেত্রে মনে রাখতে হবে যে, লিগ্যান্ড, অবস্থান্তর মৌল, অবস্থান্তর মৌলের চার্জ, লিগ্যান্ডের সংখ্যা-এদের যেকোনোটির পরিবর্তন হলে নন-ডিজেনারেটর অবস্থায় শক্তির পার্থক্য ভিন্ন হবে। এতে শক্তির শোষণ-বিকিরণ ভিন্ন হবে যা ভিন্ন ভিন্ন বর্ণ প্রদর্শন করবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৯ নিম্ন তাপমাত্রায় তরল পদার্থ জমাট বেঁধে কঠিন হলে তার ঘনত্ব বাড়ার কথা থাকলেও এক বিশেষ বন্ধনের উপস্থিতির কারণে তা ঘটে না। ফলে, শীতপ্রধান দেশের সব জলাশয়ে জলজ প্রাণী বাঁচতে পারে। এছাড়াও তাদের বেঁচে থাকার পেছনে অপর এক প্রকার রাসায়নিক বন্ধন দায়ী। /ব. বো. ২০১৬/

ক. অরবিটালের সংকরণ কী? ১

খ. NaOH এবং HF-এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুবক মানের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত তরলটির অনুস্থিত একটি মৌলের যোজনী স্থির হলেও পর্যায় সারণির একই গ্রুপভুক্ত পরবর্তী মৌলের যোজনী পরিবর্তনশীল— ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. "সকল প্রকার জলজপ্রাণীর বেঁচে থাকার মূলেই রয়েছে উদ্দীপকের বন্ধনদ্বয়"— বিষয়টির যৌক্তিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মৌলের সর্ব:বহিস্থ স্তরের এক বা একাধিক ভিন্ন শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল মিশ্রিত হয়ে সম শক্তিসম্পন্ন সমসংখ্যক আরবিটাল সৃষ্টির প্রক্রিয়াকে অরবিটাল সংকরণ বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন প্রক্রিয়ার সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংগঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ প্রশ্নে বর্ণিত তরলটি পানি (H_2O) অণুস্থিত একটি মৌল অক্সিজেন (O) এবং এর যোজনী 2 যা স্থির। কেননা এর সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে d অরবিটাল নেই। ফলে এটি যোজনী সম্প্রসারণ করতে পারে না। আবার একই গ্রুপভুক্ত পরবর্তী মৌল সালফার (S)। যার পারমাণবিক সংখ্যা 16 এবং এটি পরিবর্তনশীল যোজনী প্রদর্শন করে।

নিম্নে সালফারের পরিবর্তনশীল যোজ্যতা ব্যাখ্যা করা হলো–

$$S(16) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4\ 3d^0$$
$$= 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^2\ 3p_y^1\ 3p_z^1$$

এক্ষেত্রে যেহেতু S এর সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে 2টি বিজোড় ইলেকট্রন আছে তাই এর যোজনী হয় 2।

আবার উত্তেজিত অবস্থায়–

$$S^*(16) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1\ 3d_{z^2}^1$$

এক্ষেত্রে S এর যোজনী হয় 4। একে যদি আবারো উত্তেজিত করা হয় তবে

$$S^*(16) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1 3d_{z^2}^1\ 3d^1_{x^2-y^2}$$

যোজ্যতা স্তরে 6টি বিজোড় ইলেকট্রন থাকে। তাই তখন সালফারের যোজনী হয় 6।

তাই উপরিউক্ত পর্যালোচনা থেকে বলা যায় যে, অক্সিজেন এর একই গ্রুপভুক্ত পরবর্তী মৌল S অযুগ্ম ইলেকট্রনের প্রাপ্যতা অনুসারে পরিবর্তনশীল যোজ্যতা প্রদর্শন করে যদিও অক্সিজেনের যোজ্যতা স্থিতিশীল।

ঘ প্রদত্ত প্রশ্নে মূলত দু ধরনের বন্ধনের কথা বলা হয়েছে। বন্ধন দুটি যথাক্রমে H– বন্ধন এবং সমযোজী বন্ধন।

আমরা জানি যে, পানি গঠিত হয় H-বন্ধন দ্বারা। পানির শীতলীকরণে H-বন্ধন দ্বারা সৃষ্ট পানির আণবিক গুচ্ছসমূহ পরস্পরের সজো আড়াআড়িভাবে H-বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে ষড়কোণীয় কাঠামোর বরফ গঠিত হয়। এতে একই ভরের বরফের আয়তন বৃদ্ধি পায় কিন্তু ঘনত্ব হ্রাস পায়। ফলে মেরু অঞ্চলে শীতকালে জলাশয়ে বরফ জমলেই তা

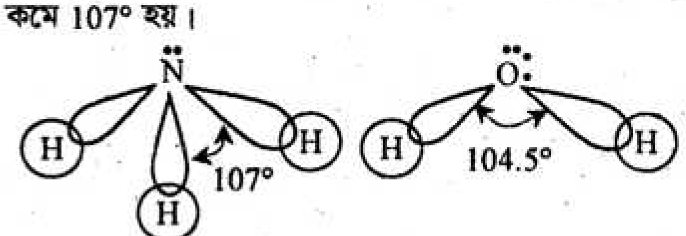
৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

খ বিশুদ্ধ NaCl কেলাসনে কেলাস সম্পন্ন করার জন্য শীতল দ্রবণে গাঢ় HCl এর কয়েক ফোঁটা যোগ করা হয়। এর ফলে দ্রবণে Cl^- এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলশ্রুতিতে আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি পায় এবং দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। তাই শর্তানুসারে আয়নিক গুণফলের মান দ্রব্যতা গুণফল থেকে বেশি হওয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হবে।

গ প্রদত্ত R ও Z মৌলদ্বয় একই গ্রুপের মৌল।
একই গ্রুপের মৌলের ক্ষেত্রে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে ইলেকট্রনের শক্তিস্তর সংখ্যা বাড়তে থাকে অর্থাৎ পরমাণুর আকার বৃদ্ধি পায়। ফলে আগমনকারী ইলেকট্রনের উপর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধিতে নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমে যায় এবং ইলেকট্রন আসক্তিও কমতে থাকে।
এখানে R মৌলটি ২য় পর্যায়ের মৌল এবং এর সর্ববহিঃস্থ স্তরে 7টি ইলেকট্রন থাকায় এটি 17নং গ্রুপে অবস্থিত। সুতরাং মৌলটির সর্বশেষ স্তরে বা ২য় শক্তি ইলেকট্রন ঘনত্ব তুলনামূলকভাবে গ্রুপের অন্য মৌল Z অপেক্ষা বেশি। আবার R মৌলটি গ্রুপে সর্বউপরে অবস্থিত হওয়ায় এর আকারও ছোট। তাই সর্ববহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি হওয়ায় ইহা আর অতিরিক্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে না। ফলে এর ইলেকট্রন আসক্তি কমে যায়।
অপরদিকে Z মৌলটির আকার বড় হওয়ায় এবং বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন ঘনত্ব কম হওয়ায় এর ইলেকট্রন আসক্তি R এর তুলনায় বেশি।
সুতরাং উপরোক্ত ইলেকট্রন ঘনত্ব এবং আকারের বিবেচনায় বলা যায় R ও Z এর মধ্যে Z মৌলটির ইলেকট্রন আসক্তি বেশি।

ঘ প্রদত্ত পর্যায় সারণি অনুসারে P মৌলটি নাইট্রোজেন এবং Q মৌলটি অক্সিজেন। সুতরাং, নাইট্রোজেনের সাথে হাইড্রোজেন গঠিত যৌগ হলো NH_3 এবং অক্সিজেনের সাথে হাইড্রোজেন গঠিত যৌগ হলো H_2O। উভয় অণুতে sp^3 সংকরণ ঘটলেও এদের বন্ধন কোণে ভিন্নতা রয়েছে।
কারণ NH_3 অণুর আকৃতি ত্রিকোণীয় পিরামিডীয় এবং H–N–H বন্ধন কোণ 107°। NH_3 অণুতে কেন্দ্রীয় পরমাণু N এ তিনটি বন্ধন জোড় ইলেকট্রন ও একটি মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকে। এই মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের বিকর্ষণে বন্ধন জোড় ইলেকট্রন সামান্য সরে যায় ও বন্ধন কোণ কমে 107° হয়।



কিন্তু H_2O অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণুতে ২টি বন্ধন জোড় ও ২টি মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকে। এখানে একজোড়া মুক্ত জোড় ইলেকট্রন বেশি থাকায় H_2O-তে বিকর্ষণ বেশি হয় ও বন্ধন কোণ অধিকতর কমে 104.5° হয়। সুতরাং এ কথা স্পষ্ট যে প্রাপ্ত NH_3 ও H_2O যৌগে কেবল মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের উপস্থিতির কারণে এদের বন্ধন জোড় ও মুক্ত জোড় ইলেকট্রনের মধ্যে বিকর্ষণ তৈরি হয় এবং বন্ধন কোণে ভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়।

প্রশ্ন ▶ ৫

মৌল	সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস
D	ns^2
E	$(n+1)s^2$
F	$(n+2)s^2$
G	$(n+1)s^2\ (n+1)p^5$

এখানে, n = 2

[দি. বো. ২০১৬]

ক. হ্যাজার্ড প্রতীক কী? ১
খ. জাল পাসপোর্ট সনাক্তকরণে UV রশ্মি ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের D অপেক্ষা F এর আয়নীকরণ বিভব কম কেন— ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. DCO_3, ECO_3, FCO_3 এর মধ্যে কোনটির বিয়োজন তাপমাত্রা সবচেয়ে কম— তা যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিপজ্জনক রাসায়নিক দ্রব্যের জন্য ব্যবহৃত সুনির্দিষ্ট সতর্কীকরণ প্রতীককে বলে হ্যাজার্ড সিম্বল।

খ পাসপোর্টের বাহকের ছবির কোনো এক স্থানে যে কালির প্রলেপ দেওয়া হয় তাতে এমন এক UV ফ্লোরোসেন্স উপাদান থাকে, যাতে করে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির UV রশ্মি পড়লেই কেবল এটি আলোকে প্রতিফলিত করে। অনুমোদিত বিশেষ ধরনের UV আলো সংবেদনশীল কালি ব্যবহার করে পাসপোর্টের সুনির্দিষ্ট স্থানে নিরাপত্তা চিহ্ন ছাপা হয়। এ কালি শুধু নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের UV আলোর নিচেই দৃশ্যমান হয়। তাই জাল পাসপোর্ট শনাক্ত করণে UV রশ্মি ব্যবহার করা হয়।

গ প্রদত্ত D ও F মৌলদ্বয় পর্যায় সারণির একই গ্রুপ (2) এর মৌল। সাধারণভাবে পর্যায় সারণিতে একই গ্রুপে মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে আয়নিকরণ শক্তি কমতে থাকে। কারণ, একই গ্রুপে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে ইলেকট্রনের শক্তিস্তর বাড়তে থাকে। ফলে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রন নিউক্লিয়াস থেকে ক্রমশ দূরবর্তী হয় এবং এর উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ তখন কমতে থাকে। ফলে আয়নীকরণ বিভবের মানও কম হয়।
এখানে F এর পারমাণবিক সংখ্যা D অপেক্ষা বেশি এবং এরা একই গ্রুপে অবস্থিত। তাই F গ্রুপে সর্বউপরে এবং আকারে বড় হওয়ায় স্বভাবতই D অপেক্ষা F এর আয়নীকরণ বিভব কম।

ঘ শর্তানুসারে, DCO_3, ECO_3 এবং FCO_3 এর মধ্যে কোনটির বিয়োজন তাপমাত্রা কম হবে তা নির্ভর করবে ধাতব ক্যাটায়নের আকারের উপর। প্রদত্ত D, E ও F মৌলগুলো হল যথাক্রমে Be, Mg ও Ca। DCO_3, ECO_3 এবং FCO_3 তে ধাতব ক্যাটায়নগুলো হলো ছক অনুসারে যথাক্রমে Be^{2+}, Mg^{2+} এবং Ca^{2+}। এদের প্রত্যেকের চার্জ একই এবং এরা একই গ্রুপের মৌল। Be আকারে Mg এবং Ca থেকে ছোট হওয়ায় এতে চার্জ ঘনত্ব বেশি। তাই এই যৌগটি অ্যানায়নকে বেশি পরিমাণে নিজের দিকে আকর্ষণ করে বিকৃত করে বিধায় অস্থিতিশীল হয়ে অল্পতাপে বিয়োজিত হয়।

$$BeCO_3 \rightarrow BeO + CO_2$$

সুতরাং প্রদত্ত আলোচনা এবং এর যৌক্তিকতার প্রেক্ষিতে বলা যায় DCO_3, ECO_3 এবং FCO_3 এর মধ্যে DCO_3 অর্থাৎ $BeCO_3$ এর ক্যাটায়নের আকার সবচেয়ে ছোট হওয়ায় বিয়োজন তাপও সবচেয়ে কম।

প্রশ্ন ▶ ৬

তৃতীয় পর্যায়ের মৌল	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
আয়নীকরণ শক্তি (kJ/mol)	495.8	737.7	577.6	786.5	1011.8	999.6	1251.1	1520.5

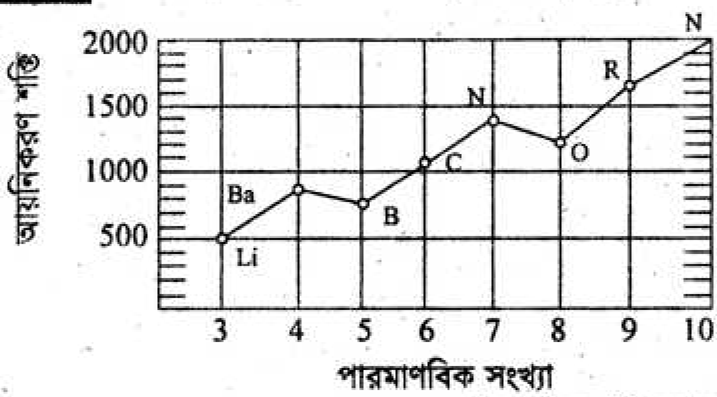
[দি. বো. ২০১৫]

ক. অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে? ১
খ. ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা ক্লোরিনের চেয়ে বেশি— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকের মৌলগুলোর অক্সাইডের অম্ল-ক্ষার ধর্ম আলোচনা করো। ৩
ঘ. "পর্যায়ের বাম থেকে ডানে আয়নীকরণ শক্তির মানের পরিবর্তন"— উদ্দীপকের আলোকে ব্যাখ্যা করো। ৪

ডানে গেলে পরমাণুর আকার হ্রাসের সাথে সাথে নিউক্লিয়াস থেকে বহিঃস্থ স্তরের দূরত্ব কমে যায়। ফলে ইলেকট্রনের আকর্ষণ ক্ষমতা বেড়ে যায়। এজন্য পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান বেশি হয়। সুতরাং, উল্লেখিত 9 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌল F এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান সর্বাধিক হয়।

ঘ সৃজনশীল ৬ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪২



[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. আংশিক পাতন কী? ১

খ. 25°C তে Ag_2CrO_4 এর দ্রাব্যতা 8×10^{-5}M. দ্রাব্যতা গুণফল বের করো। ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত পরমাণু গুলির আয়নীকরণ শক্তির পার্থক্যের পেছনে কারণ আলোচনা করো। ৩

ঘ. পারমাণবিক সংখ্যার সাথে ইলেকট্রন আসক্তির গ্রাফ অংকন করো এবং তা ব্যাখ্যা করো। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাতন প্রক্রিয়ায় পাতন ফ্লাস্ক ও শীতকের মাঝে অংশ কলাম স্থাপন করে বিভিন্ন নিকট স্ফুটনাঙ্কের দুই বা ততোধিক তরল উপাদানকে তাদের মিশ্রণ হতে পৃথক করার প্রক্রিয়াকেই আংশিক পাতন বলে।

খ $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4^{2-}$

$8 \times 10^{-5}M \quad 2 \times 8 \times 10^{-5}M \quad 8 \times 10^{-5}$

Ag_2CrO_4 এর দ্রাব্যতার গুণফল, $K_{sp} = [Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}]$

$= (16 \times 10^{-5})^2 (8 \times 10^{-5})$

$= 2.048 \times 10^{-12} mol^3L^{-3}$

গ পর্যায় সারণিতে একই পর্যায়ের ক্ষেত্রে মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলের আয়নিকরণ বিভবের মান সাধারণত বৃদ্ধি পেতে থাকে। কেননা একই পর্যায়ে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির ফলে ইলেকট্রনের শক্তিস্তর বাড়ে না, ফলে নিউক্লিয়াস থেকে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের দূরত্ব বাড়ে না বরং কিছুটা হ্রাস পায়। নিউক্লিয়াসে চার্জ বৃদ্ধির ফলে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রন অধিকতর দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয়। ফলে এ ইলেকট্রনকে অপসারণ করার জন্য অধিকতর শক্তির প্রয়োজন হয়। এতে বোঝা যায় যে, যেকোনো পর্যায়ের প্রথম শ্রেণির মৌলসমূহের আয়নিকরণ শক্তি সবচেয়ে কম এবং যতই ডান দিকে অগ্রসর হওয়া যায় এ মান বৃদ্ধি পেতে থাকে।

এ কারণেই পর্যায় সারণির দ্বিতীয় পর্যায়ের মৌলসমূহের আয়নিকরণ শক্তির মান বাম থেকে ডানদিকে ক্রমশ বাড়তে থাকে। তবে এক্ষেত্রে 5 ও 8 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল অর্থাৎ বোরন (B) ও অক্সিজেনের (O) আয়নিকরণ শক্তির মানের তারতম্য লক্ষ্য করা যায়। এর কারণ মৌল দুটির ইলেকট্রনীয় গঠনের ভিত্তিতে নিম্নরূপে ব্যাখ্যা করা যায়।

১. **B ও Be এর ক্ষেত্রে:** B ও Be এর ইলেকট্রন বিন্যাস ও আয়নিকরণ শক্তি নিম্নরূপ:

$Be(4) \rightarrow 1s^2 2s^2$; IP = 900 kJ/mol

$B(5) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^1$; IP = 800 kJ/mol

সাধারণত পরমাণুর পূর্ণ ও অর্ধপূর্ণ অরবিটালসমূহ অধিকতর স্থিতিশীল হয়। Be পরমাণুর 2s অরবিটাল যুগলবন্ধ হয়ে পূর্ণ আছে। কিন্তু B পরমাণুর বহিঃস্তরে অপূর্ণ 2p অরবিটাল আছে। এ জন্য বোরনের $2p^1$ অরবিটাল হতে ইলেকট্রনটি সরাতে কিছুটা কম শক্তির প্রয়োজন হয়। অন্যদিকে বেরিলিয়াম এর স্থিতিশীল $2s^2$ অরবিটাল হতে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে যথেষ্ট শক্তির প্রয়োজন হয়। এ কারণে Be অপেক্ষা B এর প্রথম আয়নিকরণ শক্তি কম।

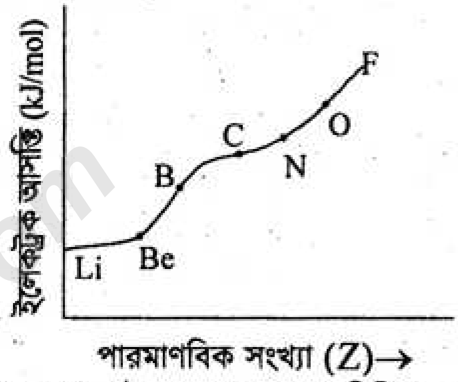
২. **O ও N এর ক্ষেত্রে:** O ও N মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস ও আয়নিকরণ শক্তি নিম্নরূপ:

$N(7) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$; IP = 1403 kJ/mol^{-1}

$O(8) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$; IP = 1314 kJ/mol^{-1}

এক্ষেত্রে N পরমাণুর বহিঃস্তরের অর্ধপূর্ণ তিনটি 2p অরবিটাল তুলনামূলকভাবে স্থিতিশীল হওয়ায় তা হতে ইলেকট্রন সরাতে যথেষ্ট শক্তির প্রয়োজন। অন্যদিকে O এর বহিঃস্থ ইলেকট্রনীয় গঠন ততটা সুস্থিত নয় বলে এটির বহিঃস্তর হতে একটি ইলেকট্রন অপসারণ সহজতর। এ কারণেই O এর আয়নিকরণ শক্তি N অপেক্ষা কম।

ঘ উদ্দীপকের ২য় পর্যায়ের মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তির লেখচিত্র ও ব্যাখ্যা নিম্নে প্রদান করা হলো:



গ্যাসীয় অবস্থায় কোন মৌলের এক মোল বিচ্ছিন্ন পরমাণু প্রত্যেকে একটি করে এক মোল ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত হয়ে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন এক মোল একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে সেই মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলা হয়। এ প্রক্রিয়ায় এক মোল পরমাণুর প্রতিটি চার্জ নিরপেক্ষ পরমাণু থেকে একক ঋণাত্মক চার্জবিশিষ্ট এক মোল আয়নের সৃষ্টি হয়। যেমন,

$F(g) + e^- \longrightarrow F^-(g)$; $\Delta H = -328\ kJmol^{-1}$

১ মোল   ১ মোল   ১ মোল

ইলেকট্রন আসক্তিও একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। একটি পর্যায়ে যতই বাম থেকে ডান দিকে যাওয়া যায় ততই ইলেকট্রন আসক্তির মান বাড়ে। এর কারণ হচ্ছে বাম থেকে ডান দিকে যাওয়ার সাথে সাথে মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা অর্থাৎ নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক চার্জের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়; ফলে ইলেকট্রনের উপর কেন্দ্রের আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। ফলে পরমাণুর আকার ক্রমশ হ্রাস পায়। তখন আগমনকারী ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের অধিকতর নিকটে আসে এবং অধিক শক্তি নির্গত হয়। অবশ্য পর্যায় সারণিতে যে কোন পর্যায়ে সর্বশেষ সদস্য অর্থাৎ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের বেলায় এটা সত্য নয়। নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাসে অষ্টক পূর্ণ থাকে। তাই নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহের ইলেকট্রন আসক্তির পরিমাণ প্রায় শূন্য হয়।

প্রশ্ন ▶ ৪৩ i. H_2O ii. NH_3 iii. PH_3

[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. সমযোজী বন্ধন কী? ১

খ. H_2O এবং H_2S এর পোলারিটির তুলনা করো। ২

গ. উদ্দীপকের সবচেয়ে ক্ষারকীয় মৌলটি খুঁজে বের করে কারণ ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. যৌগ (i) এবং যৌগ (ii) এর মাঝে বন্ধন কোণের পার্থক্য আলোচনা করো। ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অণু গঠনের সময় দুটি পরমাণু নিজ নিজ বহিঃস্তরে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের স্থিতিশীল ইলেকট্রনীয় কাঠামো অর্জনের উদ্দেশ্যে যদি সমান সংখ্যক ইলেকট্রন সরবরাহ করে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি করে এবং উভয় পরমাণু তা সমানভাবে শেয়ার করে, তবে পরমাণুদ্বয়ের মধ্যে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে সমযোজী বন্ধন বলে।

খ সমযোজী যৌগের পোলারিটি নির্ভর করে যৌগে উপস্থিত মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের উপর। এই পার্থক্যের মান যত বেশি যৌগটি তত বেশি পোলার ও তত বেশি আয়নিক।

H, S ও O-এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান যথাক্রমে 2.1, 2.4 ও 3.5।

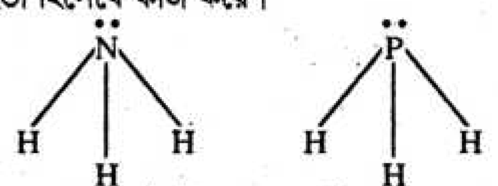
H_2O যৌগে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 1.4 যা H_2S যৌগের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.3 এর চেয়ে বেশি। তাই H_2S চেয়ে H_2O বেশি পোলার।

গ উদ্দীপকের মৌলগুলোর মধ্যে H_2O একটি উভধর্মী পদার্থ। কারণ, এটি এসিডীয় দ্রবণে ক্ষার ও ক্ষারীয় দ্রবণে এসিড হিসেবে কাজ করে।

$H_2O + HCl \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$ [H_2O প্রোটন গ্রহীতা]
ক্ষার এসিড

$H_2O + NH_3 \longrightarrow OH^- + \overset{+}{N}H_4$ [H_2O প্রোটন দাতা]
এসিড ক্ষার

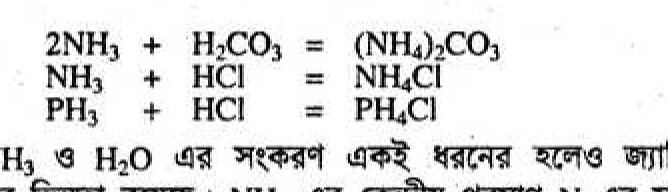
অ্যামোনিয়া যথেষ্ট তীব্র ক্ষার হলেও ফসফিন একটি মৃদু ক্ষার। কারণ আমরা জানি, লুইসের মতবাদ অনুসারে ইলেকট্রন দানে সক্ষম পদার্থ মাত্র ক্ষারক। আবার ব্রনস্টেড মতবাদ অনুসারে, যে পদার্থ দ্রবণে প্রোটন গ্রহণ করতে পারে তাকে ক্ষারক বলে। সে অনুসারে NH_3 ও PH_3 উভয়ই ক্ষারকধর্মী। কারণ NH_3 অণুর N পরমাণু এবং PH_3 অণুর P পরমাণুর উপর মুক্ত ইলেকট্রনজোড় থাকে বলে উভয়েই ইলেকট্রন দাতা ও প্রোটন গ্রহিতা হিসেবে কাজ করে।



তবে ফসফরাসের চেয়ে নাইট্রোজেনের তড়িৎঋণাত্মকতা বেশি। এজন্য নাইট্রোজেনের আকর্ষণে ইলেকট্রনসমূহ তার দিকে স্থানান্তরিত হয়। ফলে ফসফরাসের তুলনায় নাইট্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি বলে ইলেকট্রন দান করার ক্ষমতাও নাইট্রোজেনের বেশি। এছাড়া নাইট্রোজেনের আকার ক্ষুদ্র বলে 'P' এর তুলনায় 'N' পরমাণুর চার্জঘনত্ব বেশি। ফলে ইলেকট্রন দান করার প্রবণতাও N-এর বেশি। তাই ফসফিনের চেয়ে অ্যামোনিয়া তীব্রতর ক্ষার। এ কারণে এসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া বহু সংখ্যক অ্যামোনিয়াম যৌগ গঠন করলেও ফসফিন খুব সীমিতভাবে তীব্র এসিডের সঙ্গে ফসফোনিয়াম যৌগ গঠন করে।

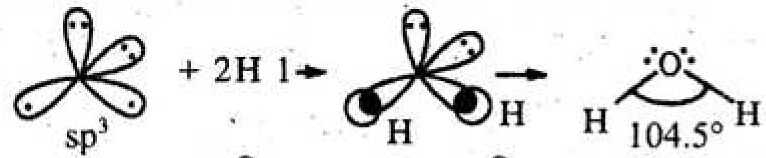
$2NH_3 + H_2CO_3 = (NH_4)_2CO_3$
$NH_3 + HCl = NH_4Cl$
$PH_3 + HCl = PH_4Cl$

ঘ NH_3 ও H_2O এর সংকরণ একই ধরনের হলেও জ্যামিতিক আকৃতির ভিন্নতা রয়েছে। NH_3 এর কেন্দ্রীয় পরমাণু N এর সংকরণ sp^3 প্রকারের। এ চারটি sp^3 সংকর অরবিটালের তিনটি অরবিটাল হাইড্রোজেনের $1s^1$ অরবিটাল দ্বারা অধিক্রমিত হবে এবং চতুর্থ অরবিটালে একজোড়া নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন থাকবে। এ কারণে NH_3 অণুর আকৃতি sp^3 সংকর হওয়া সত্ত্বেও ত্রিকোণাকার পিরামিডীয় এবং মুক্তজোড় ও বন্ধনজোড় বিকর্ষণ এর কারণে বন্ধন 109.28′ অপেক্ষা কমে 107° হয়।



চিত্র: NH_3 অণুর আকৃতি।

অন্যদিকে H_2O এর কেন্দ্রীয় পরমাণু অক্সিজেন। এর সংকরণ sp^3 প্রকারের। এ চারটি sp^3 সংকরণ অরবিটাল এর দুটি অরবিটাল H_2O অণুর দুটি H পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের সাথে অধিক্রমিত হবে এবং অবশিষ্ট দুটি sp^3 অরবিটালে অক্সিজেনের দুটি মুক্তজোড়-মুক্তজোড় ইলেকট্রন অবস্থান করবে। দুটি মুক্তজোড়ের মধ্যে বিকর্ষণ বেশি হওয়ায় H_2O অণুর আকৃতি চতুস্তলকীয় না হয়ে V-আকৃতির হবে এবং বন্ধন কোণ $\angle HOH = 109.28'$ এর পরিবর্তে 104.5° হয়।



চিত্র: H_2O অণুর আকৃতি।

প্রশ্ন ▶ ৪৪

শ্রেণি→ / পর্যায়↓	8	14	15	16
২য়		X	Y	Z
৪র্থ	Fe			

[x, y ও Z প্রতীকগুলো প্রকৃত অর্থ বহন করে না]।

[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. সোডিয়াম ধাতুর দ্বিতীয় আয়নীকরণ শক্তি কী? ১

খ. শক্তিশালী ক্ষার ও এসিডের প্রশমন তাপ সবসময় ধ্রুবক ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত মৌলটির +2 আয়ন ঋণাত্মক লিগ্যান্ডের সাথে কীভাবে জটিল যৌগ গঠন করে এবং কেন? ৩

ঘ. X, Y ও Z এর হাইড্রাইডগুলোর গঠন ও বন্ধন কোণগুলো আলাদা কেন? ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সোডিয়াম পরমাণু হতে একটি ইলেকট্রন অপসারণের পর আরেকটি ইলেকট্রন সরিয়ে একে ধনাত্মক আয়নে (Na^{+2}) পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তি প্রয়োজন তাকে সোডিয়ামের ২য় আয়নিকরণ শক্তি বলে।

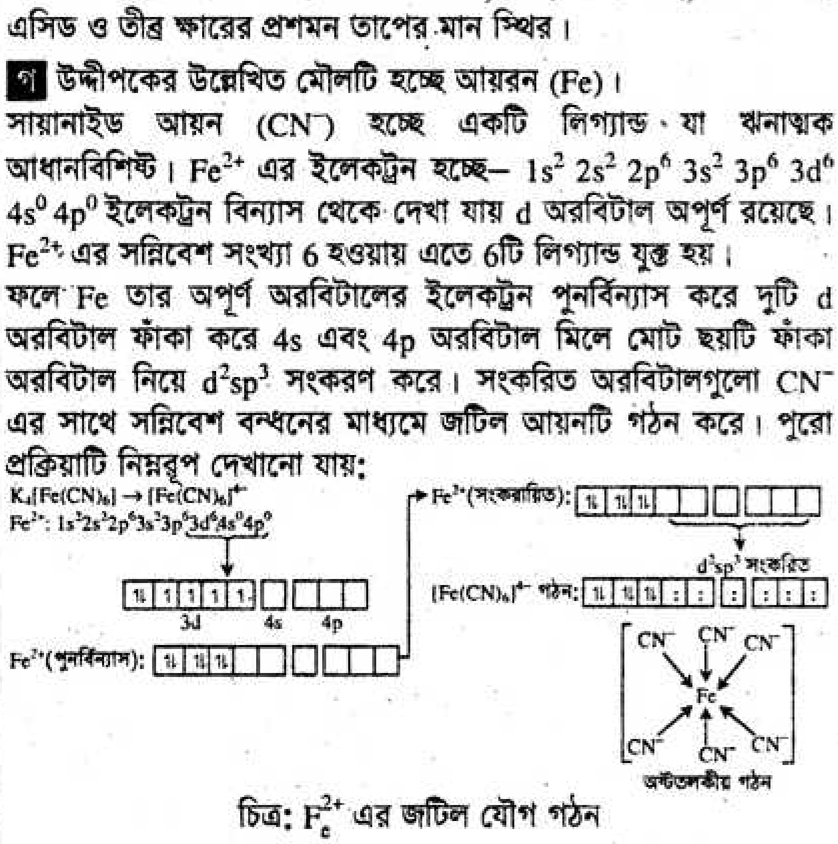
খ অম্ল ও ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া একটি আয়নিক বিক্রিয়া। কারণ অম্ল ও ক্ষার বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পূর্বে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় এবং বিক্রিয়ালব্ধ দ্রবণও সম্পূর্ণরূপে আয়নিত অবস্থায় থাকে। যেমন, NaOH ও HCl এর মধ্যে সংঘটিত প্রশমন বিক্রিয়া—

$$(Na^+ + OH^-) + (H^+ + Cl^-) = Na^+ + Cl^- + H_2O$$

আসলে সকল সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H^+ ও OH^- আয়ন যুক্ত হয়ে একই পদার্থ H_2O তৈরি করে। এই একই পদার্থ তৈরিতে নির্গত তাপের পরিমাণও একই হয়। তাই, সকল তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির।

গ উদ্দীপকের উল্লেখিত মৌলটি হচ্ছে আয়রন (Fe)।

সায়ানাইড আয়ন (CN^-) হচ্ছে একটি লিগ্যান্ড যা ঋনাত্মক আধানবিশিষ্ট। Fe^{2+} এর ইলেকট্রন হচ্ছে— $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6\ 4s^0\ 4p^0$ ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় d অরবিটাল অপূর্ণ রয়েছে। Fe^{2+} এর সন্নিবেশ সংখ্যা 6 হওয়ায় এতে 6টি লিগ্যান্ড যুক্ত হয়। ফলে Fe তার অপূর্ণ অরবিটালের ইলেকট্রন পুনর্বিন্যাস করে দুটি d অরবিটাল ফাঁকা করে 4s এবং 4p অরবিটাল মিলে মোট ছয়টি ফাঁকা অরবিটাল নিয়ে d^2sp^3 সংকরণ করে। সংকরিত অরবিটালগুলো CN^- এর সাথে সন্নিবেশ বন্ধনের মাধ্যমে জটিল আয়নটি গঠন করে। পুরো প্রক্রিয়াটি নিম্নরূপ দেখানো যায়:



চিত্র: F_e^{2+} এর জটিল যৌগ গঠন

ঘ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৫	মৌল	Li	B	C	N	O	F	Ne

[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. বিরল মিতৃকা ধাতু কী? ১
খ. Al_2O_3 কে কেন উভধর্মী বলা হয়? ২
গ. উদ্দীপকের উপাদানের অক্সাইডগুলোর অম্লীয় বা ক্ষারীয় বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের আলোকে বর্ণনা করো যে তড়িৎ ঋণাত্মকতা এবং আয়নিক ব্যাসার্ধ হলো পর্যায় ভিত্তিক ধর্ম। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যায় সারণীর ৬ষ্ঠ পর্যায়ের La থেকে Lu পর্যন্ত পনেরটি মৌলকে বিরল মৃত্তিকা ধাতু বলে মনে করা হয়।

খ যে সকল অক্সাইড অম্ল ও ক্ষারক উভয় হিসেবে আচরণ করে তাদেরকে উভধর্মী অক্সাইড বলে। এখানে Al_2O_3 অম্ল এবং ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ উৎপন্ন করে। তাই বৈশিষ্ট্যানুযায়ী Al_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড।

$Al_2O_3 + NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$ (এসিড হিসেবে)
$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3H_2O$ (ক্ষার হিসেবে)

গ উদ্দীপকের পর্যায় সারণির খণ্ডিত অংশটি ২য় পর্যায় নির্দেশ করে।
পর্যায় সারণিতে ২য় পর্যায়ের মৌলসমূহ হলো Li, Be, B, C, N, O, F এবং Ne। এদের মধ্যে Ne নিষ্ক্রিয় গ্যাস। অতএব, Li, Be, B, C, N, F দ্বারা গঠিত অক্সাইড এবং এদের ধর্ম নিচে আলোচনা করা হলে—

মৌল	Li	Bi	B	C	N	F
অক্সাইড	Li_2O	BeO	B_2O_3	CO CO_2	N_2O NO N_2O_3 NO_2 N_2O_5	OF_2
প্রকৃতি	ক্ষারীয়	উভধর্মী	উভধর্মী	CO_2 (অম্লধর্মী) CO_2 (অম্লধর্মী)	N_2O, NO } নিরপেক্ষ N_2O_3, NO_2, N_2O_5 } অম্লধর্মী	অম্লধর্মী
অক্সাইডের প্রকৃতির ব্যাখ্যা	$Li_2O + H_2O$ ↓ LiOH	$BeO + 2HCl$ ↓ $BeCl_2 + H_2O$ ― $BeO + NaOH$ ↓ $Na_2BeO_2 - H_2O$	$B_2O_3 + H_2O$ ↓ H_3BO_3 ― $B_2O_3 + NaOH$ ↓ $Na_3BO_3 + H_2O$	$CO_2 + H_2O$ ↓ H_2CO_3	$NO_3 - H_2O$ ↓ $HNO_2 - HNO_3$ ― $N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$ $N_2O_3 + H_2O \rightarrow 2HNO_2$	$OF_2 + H_2O$ ↓ $HF + O_2$

২য় পর্যায়ের অক্সাইডের প্রকৃতি বিশ্লেষণ করলে দেখা যায় যে, Li_2O ক্ষারধর্মী, BeO ও B_2O_3 উভধর্মী। CO_2, NO_2 ও OF_2 অম্লধর্মী।

ঘ পর্যায় সারণিতে বাম দিক থেকে ডানদিকে মৌলসমূহের ধর্মের ক্রমপরিবর্তন দেখা যায়। নির্দিষ্ট পর্যায় অন্তর মৌলসমূহের এরূপ ক্রম পরিবর্তনকে পর্যায়ধর্ম বলা হয়। আর বন্ধনে অংশগ্রহণকারী কোনো একটি মৌল কর্তৃক বন্ধনসৃষ্টিকারী ইলেকট্রন জোড়কে নিজের দিকে আকর্ষণ করার ক্ষমতা হলো তড়িৎঋণাত্মকতা। উদ্দীপকের পর্যায় সারণির খণ্ডিত অংশটি হলো দ্বিতীয় পর্যায়। যেকোন পর্যায়ে বাম থেকে ডানদিকে গেলে ইলেকট্রন সংখ্যা বাড়তে থাকলেও শক্তিস্তর বাড়ে না। ফলে আকার হ্রাস পাওয়ার কারণে তড়িৎঋণাত্মকতা বৃদ্ধি পায়; কারণ নিউক্লিয়াস থেকে সর্বশেষ শক্তিস্তরের দূরত্ব হ্রাস পায়। এদের তড়িৎঋণাত্মকতায় ক্রম হচ্ছে:

$Li(1) < B(2) < C(2.5) < N(3.1) < O(3.5) < F(4)$

অনুরূপভাবে আকার হ্রাস পাওয়ায় আয়নিকরণ ব্যাসার্ধও হ্রাস পাবে অর্থাৎ ক্রম পরিবর্তন হবে। সুতরাং পর্যায়ভিত্তিক তড়িৎঋণাত্মক ও আয়নিক ব্যাসার্ধ একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম।

প্রশ্ন ▶ ৪৬

উপাদান	পারমাণবিক সংখ্যা	তাদের অক্সাইড
x	12	P
y	13	Q
z	1	R

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. π-বন্ধন কী? ১
খ. AgCl পানিতে অদ্রবণীয়, ব্যাখ্যা করো। ২
গ. R-যৌগ গঠনের সময় অধিক্রমণ ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. একই ধরনের অক্সাইড হলো P ও Q কিন্তু পানিতে দ্রবণীয় হওয়ার হার ভিন্ন। তুমি কীভাবে ব্যাখ্যা করবে? ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি পরমাণুর প্রত্যেকটি হতে একটি করে দুটি সমান্তরাল p অরবিটালের পার্শ্ব অধিক্রমণের ফলে সৃষ্ট বন্ধনকে পাই (π) বন্ধন বলা হয়।

খ আয়নিক যৌগের হাইড্রেশন শক্তি-এর ল্যাটিস শক্তি বা কেলাস ভাঙার শক্তির চেয়ে কম হলে ঐ যৌগ পানিতে দ্রবীভূত কম হওয়ায় ত্রুটি পানিতে অদ্রবণীয়। AgCl-এর হাইড্রেশন শক্তি ল্যাটিস ভাঙার শক্তির চেয়ে কম হওয়ায় এটি পানিতে অদ্রবণীয়।

গ উদ্দীপকের x, y, z মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 12, 13, 14. তাই মৌলগুলো যথাক্রমে Mg, Al, H_2 এদের অক্সাইডগুলো যথাক্রমে MgO(p), Al_2O_3(Q), H_2O(R)

H_2O(R যৌগ) এর অরবিটাল সংকরণ ব্যাখ্যা করা হলো:

$O(8) = 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ [$2s^2$: ⇅] [$2p_x^2$ $2p_y^1$ $2p_z^1$: 1 1 1]

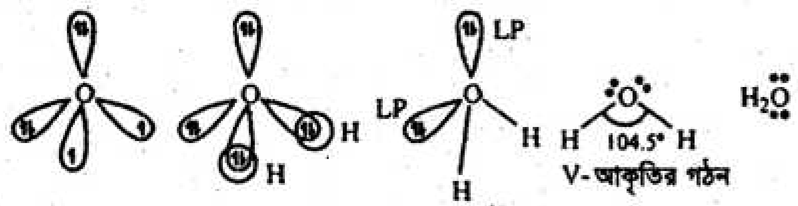
সক্রিয় অবস্থায়,

$O^* = 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ [$2s^2$: ⇅] [$2p_x^2$ $2p_y^1$ $2p_z^1$: ⇅ 1 1]



O-পরমাণুর সংকরিত অরবিটালের দুটির প্রত্যেকটিতে একটি করে অযুগ্ম ইলেকট্রন এবং অপর দুটিতে জোড় ইলেকট্রন অবস্থান করে।

O-পরমাণুর সংকরিত অরবিটালের দুটি অযুগ্ম ইলেকট্রনের সাথে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণুর S-অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রন অধিক্রমণ করে H_2O অণুর গঠন কাঠামো সৃষ্টি করে।



চিত্র: H_2O অণুর গঠন

H_2O অণুতে নিঃসজ্জা ইলেকট্রন জোড়– নিঃসজ্জাইলেকট্রন জোড় বিকর্ষণ অপর দুটি বিকর্ষণ বল অপেক্ষা বড়। যে কারণে এরা পরস্পর পরস্পরকে বিকর্ষণ করে দূরে সরিয়ে দেয় এবং বন্ধন ইলেকট্রন জোড় কাছাকাছি অবস্থান করে। কারণ নিঃসজ্জা ইলেকট্রন জোড়– নিঃসজ্জা ইলেকট্রন জোড় বিকর্ষণ বল, নিঃসজ্জা ইলেকট্রন জোড়-বন্ধন ইলেকট্রনজোড় বিকর্ষণ বল অপেক্ষাও বড়। অর্থাৎ (l.p–l.p) বিকর্ষণ বল > (l.p = b.p) বিকর্ষণ বল > (B.P – B.P) বিকর্ষণ বল। ফলে H_2O অণুতে H–O–H বন্ধন কোণের মান 109.5° হতে হ্রাস পেয়ে 104.5° হয়ে থাকে এবং আকার V আকৃতির হয়।

ঘ MgO ও Al_2O_3 উভয়ই আয়নিক যৌগ। এরা উভয়ই পানিতে দ্রবণীয়। কিন্তু পানিতে দ্রবণীয়তার হার ভিন্ন।

ফাযানের নীতি অনুসারে আমরা জানি, অ্যানায়নের আকার যদি একই হয় তবে আয়নিক যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্যের প্রকটতা নির্ভর করে ক্যাটায়নের চার্জের ঘনত্বের ওপর চার্জ বেশি হলে অধিক পরিমাণে পোলারায়নের ফলে সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেশি হয়। $Mg^{2+} < Al^{3+}$। এখানে Al এর চার্জ বেশি তাই $Al_2O_3 > MgO$ [সমযোজী বৈশিষ্ট্য]। যেহেতু সমযোজী যৌগের পানিতে দ্রবণীয়তার হার কম তাই MgO অপেক্ষা Al_2O_3 পানিতে কম পরিমাণে দ্রবণীয়।

প্রশ্ন ▶ ৪৭

উপাদান	যোজনী ইলেকট্রন
A	$ns^2\ np^3$
B	$ns^2\ np^4$

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. "ডিজিটাল ব্যালেন্স" কী? ১

খ. যদি মিনিসকাস, বুরেট স্কেল এবং চোখের পিউপিল বিভিন্ন অবস্থানে পর্যবেক্ষণ করা হয়, তাহলে কী সমস্যা হবে? ২

গ. "B" পরমাণুর জন্য n = 3 হলে l, m ও s এর মান কত হবে? ৩

ঘ. যে উৎপাদানের যোজ্যতা স্তর হলো n = 2 তাদের আয়নিকরণ শক্তির মান তুলনা করো। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে সূক্ষ্মভাবে 1000 ভাগের একভাগ পর্যন্ত ওজন সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায় তাকে ডিজিটাল ব্যালেন্স বলে।

খ নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ স্থানান্তর এর জন্য বুরেট ব্যবহার করা হয়। দ্রবণের আয়তন পরিমাপের জন্য বুরেটের তরলের লেয়ার মিনিসকাস, স্কেল এবং পিউপিল একই সরলরেখা বরাবর থাকা আবশ্যক। তা না হলে স্থানান্তরিত দ্রবণের পরিমাপকৃত মান সঠিক হবে না।

গ ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [পৃষ্ঠা-৩৬]

ঘ ২য় পর্যায়ের মৌল সমূহের ক্ষেত্রে n = 2।

কোনো মৌলের সর্বঃবহিস্থ কক্ষপথ হতে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে তড়িৎ একক ধনাত্মক আয়ন গঠন করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে ঐ মৌলের আয়নীকরণ বিভব বলে। ২য় পর্যায়ের মৌল সমূহের আয়নীকরণ বিভব–

$Li \rightarrow Li^+ + e^-$; $\Delta H = 520$ kJ/mol

$Be \rightarrow Be^+ + e^-$; $\Delta H = 900$ kJ/mol

$B \rightarrow B^+ + e^-$; $\Delta H = 801$ kJ/mol

$C \rightarrow C^+ + e^-$; $\Delta H = 1086$ kJ/mol

$N \rightarrow N^+ + e^-$; $\Delta H = 1402$ kJ/mol

$O \rightarrow O^+ + e^-$; $\Delta H = 1314$ kJ/mol

$F \rightarrow F^+ + e^-$; $\Delta H = 1680$ kJ/mol

$N \rightarrow Ne^+ + e^-$; $\Delta H = 2080$ kJ/mol

একই পর্যায়ের মৌলের ক্ষেত্রে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে নিউক্লিয়াস চার্জ বৃদ্ধি পেলে ও দূরত্ব বাড়ে না। বরং নিউক্লিয়াস কর্তৃক সর্বঃবহিস্থ স্তরের e^- এর ওপর আকর্ষণ বল বৃদ্ধি পায়। ফলে আয়নীকরণ বিভবের মান হ্রাস পায়। কিন্তু Be এবং B, N এবং O এর ক্ষেত্রে কিছুটা ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়। মৌলগুলোর e^- বিন্যাস হতে দেখা যায়–

$Be(4) \rightarrow 1s^2\ 2s^2$

$B(5) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^1$

$N(7) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^3$

$O(8) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

আমরা জানি, অন্য যে কোনো অবস্থার তুলনায় অর্ধপূর্ণ অবস্থায় অরবিটাল সমূহ সবচেয়ে বেশি স্থিতিশীল এবং ইলেকট্রন ত্যাগ করতে অন্যান্য যে কোনো অবস্থার তুলনায় অনেক বেশি শক্তির প্রয়োজন। যার কারণে B তুলনায় Be এর এবং O এর তুলনায় N এর আয়নীকরণ শক্তির মান বেশি হয়।

প্রশ্ন ▶ ৪৮ i. $K_4[Fe(CN)_6]$
ii. $Zn[(NH_3)_4]Cl_2$

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. "আংশিক চাপ" কী? ১

খ. সমযোজী বন্ধনের জন্য তড়িৎ ঋণাত্মকতা ব্যাখ্যা করো? ২

গ. (i) নং উপাদানের জন্য সংকরায়ন বর্ণনা করো। ৩

ঘ. (i) ও (ii) নং এর গঠন ব্যাখ্যা করো এবং কোনটি রঙিন হবে? ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গ্যাস মিশ্রণের একটি উপাদান মৌল বা যৌগ কর্তৃক প্রযুক্ত চাপকে ঐ মৌল বা যৌগের আংশিক চাপ বলে।

খ সমযোজী বন্ধনে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন কোনো মৌলের নিজের দিকে টেনে নেওয়ার প্রবণতাকে তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

সমযোজী বন্ধনে ইলেকট্রন আদান-প্রদান হয় না। দুটি মৌল ইলেকট্রন প্রদান করে তা সমভাবে শেয়ার করে যা উভয় নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী স্থানে পরিভ্রমণ করে। যেহেতু HCl এর ক্ষেত্রে

$$H\bullet \times Cl \rightarrow H\overset{\frown}{:}Cl$$

Cl শেয়ারকৃত ইলেকট্রন নিজের দিকে টেনে নেয় তাই এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি।

গ ৭৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৯ নিম্নোক্ত যৌগগুলো লক্ষ্য করো।
(A) CH_4 (B) $BeCl_2$ (C) NH_3

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. সাসপেনসান কী? ১

খ. 0.015 M Na_2CO_3 দ্রবণের pH নির্ণয় করো। ২

গ. উদ্দীপকের B যৌগের সংকরায়ন পদ্ধতি আলোচনা করো। ৩

ঘ. সংকরায়ন পদ্ধতির মাধ্যমে উদ্দীপকের A ও C যৌগের মধ্যে গঠনগত পার্থক্য বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5}cm এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ Na_2CO_3 এর জলীয় দ্রবণের বিক্রিয়া নিম্নরূপ:

$$Na_2CO_3 + H_2O \longrightarrow 2NaOH + CO_2 + H_2O$$

0.015M $\qquad (2 \times 0.0125)$M

এখন $[OH^-] = (2 \times 0.0125)M = 0.025M$
আমরা জানি,

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(0.025) = 1.627$$

আবার,

$$pH + pOH = 14$$
$$বা,\ pH = 14 - 1.627 = 12.37$$

গ ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫০

			He
A	B	F	Ne
C	S	Cl	Ar

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. সিলভারের ইলেকট্রন বিন্যাস লেখ। ১
খ. $MgCl_2$ এর গলনাঙ্ক NaCl এর গলণাঙ্ক অপেক্ষা কম কেন? ২
গ. 30°C তাপমাত্রায় এবং 1 atm চাপে A_2B_4 এর $K_p = 0.50$ atm হলে বিয়োজন হার নির্ণয় করো। ৩
ঘ. AF_3 যৌগটি আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না কিন্তু CCl_3 এবং ACl_3 যৌগদ্বয় আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়– এর কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $_{47}Ag \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2\, 3p^6\, 3d^{10}\, 4s^2\, 4p^6\, 4d^{10}\, 5s^1$

খ পর্যায় সারণির যে কোন পর্যায়ে প্রথম দিক থেকে যতই ডান দিকে যাওয়া যায়, ক্যাটায়নসমূহের ধনাত্মক চার্জও তত বৃদ্ধি পায়; ফলে অধিক চার্জযুক্ত ক্যাটায়নের পোলারায়ন ক্ষমতাও ততই বৃদ্ধি পায়। ফলে যৌগটিতে সমযোজী বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি পায়। তাই সংশ্লিষ্ট যৌগের গলনাঙ্ক হ্রাস পায়।
Na^+ আয়ন এর চেয়ে Mg^{2+} আয়নের পোলারায়ন ক্ষমতা বেশি। তাই এসব আয়নের যৌগসমূহে সমযোজী ধর্ম এ ক্রমানুসারে বৃদ্ধি পায় এবং যৌগসমূহের গলনাঙ্ক (এবং স্ফুটনাঙ্ক) ক্রমশ হ্রাস পায়। তাই NaCl (গলনাঙ্ক 815°C) > $MgCl_2$ (গলনাঙ্ক 714°C) অপেক্ষা বেশি।

গ উদ্দীপকের A ও B মৌলদ্বয় যথাক্রমে N ও O মৌল। সুতরাং A_2B_4 যৌগটি হলো N_2O_4। নিম্নে এর তাপীয় বিয়োজন দেখানো হলো:
ধরি, N_2O_4 এর বিয়োজন মাত্রা = α

$$N_2O_4 \xrightarrow{30^\circ C} 2NO_2$$

সাম্যাবস্থায়: $1 - \alpha$ $\quad 2\alpha$
মোট মোল সংখ্যা $= 1 - \alpha + 2\alpha = 1 + \alpha$

এখন N_2O_4 এর আংশিক চাপ, $P_{N_2O_4} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P$

NO_2 এর আংশিক চাপ, $P_{NO_2} = \frac{2\alpha}{1+\alpha} \times P$

এখন, $K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}}$

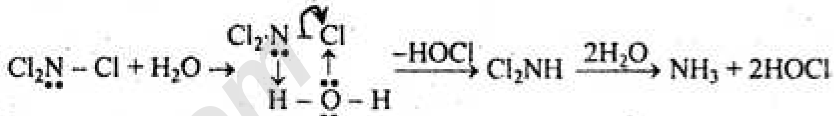
$$\Rightarrow K_p = \frac{4\alpha^2 p}{1-\alpha^2}$$
$$\Rightarrow 0.5 = \frac{4\alpha^2.1}{1-\alpha^2} \quad [এখানে মোট চাপ P = 1 atm]$$
$$\Rightarrow 8\alpha^2 = 1 - \alpha^2$$
$$\Rightarrow 9\alpha^2 = 1$$
$$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{3}$$

বিয়োজন হার $= \frac{1}{3} \times 100 = 33.33\%$

ঘ উদ্দীপকের C মৌলটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ে 15 নং গ্রুপে অবস্থিত; মৌলটি হলো ফসফরাস (P)।
A ও B মৌলদ্বয় যথাক্রমে নাইট্রোজেন ও ফসফরাস। অতএব AF_3, CCl_3 ও ACl_3 যৌগ তিনটি যথাক্রমে NF_3, PCl_3 ও NCl_3। এদের মধ্যে NF_3 আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় না কিন্তু NCl_3 ও PCl_3 আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়। নিম্নে এর কারণসহ আর্দ্রবিশ্লেষণের কৌশল দেখানো হল:
NCl_3 পানির সংস্পর্শে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে NH_3 গ্যাস ও HOCl এসিড উৎপন্ন করে।

$$NCl_3(l) + 3H_2O(l) \longrightarrow NH_3(g) + 3HOCl(aq)$$

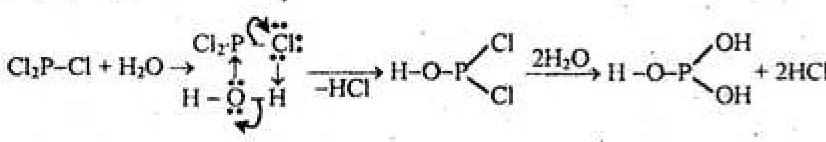
আর্দ্র বিশ্লেষণকালে প্রথমে ট্রাইহ্যালাইড অণু পানি অণুর সাথে একটি নতুন সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে। তখন গ্রুপ VA এর মৌল অথবা সংশ্লিষ্ট হ্যালোজেন পরমাণু-এ দুটির কোন একটিতে ফাঁকা d অরবিটাল থাকা প্রয়োজন। উল্লেখ্য, NF_3 এর N পরমাণু অথবা F পরমাণুর কোন একটিতেও d অরবিটাল না থাকায় NF_3 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। অপরদিকে NCl_3 এর N পরমাণুর দ্বিতীয় শক্তিস্তরে d অরবিটাল না থাকলেও Cl এর তৃতীয় শক্তিস্তরে নিম্নলিখিতভাবে ফাঁকা d অরবিটাল বর্তমান থাকায় NCl_3 অণুর Cl পরমাণুর সাথে H_2O এর অক্সিজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল দ্বারা সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করতে পারে। পরে নিম্নলিখিতভাবে বন্ধন বিয়োজন ঘটে এবং NH_3 ও HOCl উৎপন্ন হয়।



PCl_3 পানির সংস্পর্শে (NCl_3 এর মত) সহজেই আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়। তবে NCl_3 এর তুলনায় PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণ দ্রুত ঘটে। পানির সংস্পর্শে N–Cl এর বন্ধন বিয়োজন অপেক্ষা P–Cl এর বন্ধন বিয়োজন দ্রুত ঘটে। কারণ N এর তুলনায় P এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা কম এবং Cl এর অধিকতর তড়িৎ ঋণাত্মকতার প্রভাবে $\overset{\delta+}{P}-\overset{\delta-}{Cl}$ এর বন্ধনে পোলারিটির মাত্রা বেশি হয়। ফলে আর্দ্র বিশ্লেষণের গতিও দ্রুত হয়। PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণে H_3PO_3 এবং HCl উৎপন্ন হয়।

$$PCl_3(l) + 3H_2O(l) \longrightarrow H_3PO_3(aq) + 3HCl(aq)$$

PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণকালে P এবং Cl পরমাণু নিজ নিজ d অরবিটাল ব্যবহার করে পানি অণুর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন করতে সক্ষম এবং নিম্নলিখিতভাবে PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটায়। ফলে H_3PO_3 ও HCl উৎপন্ন হয়।



প্রশ্ন ▶ ৫১ $A = [Fe(CN)_6]^{4-}$, $B = [Fe(F)_6]^{3-}$, $C = [Zn(NH_3)_4]^{2+}$

[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. HIO_2 এর নাম কী? ১
খ. H_2O ও H_2S কোনটি শক্তিশালী বিজারক এবং কীভাবে? ২
গ. A ও B মধ্যে কোনটি প্যারা চৌম্বকীয় ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. A যৌগটি বর্ণযুক্ত কিন্তু C বর্ণহীন কেন? ব্যাখ্যা করো। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক HIO_2 যৌগটির নাম আয়োডাস এসিড।

খ H_2O এবং H_2S এর জারণ ক্ষমতা মূলত O^{2-} এবং S^{2-} এর ওপর নির্ভর করে। এখানে O^{2-} এর জারণ ধর্ম S^{2-} অপেক্ষা কম। কেননা সালফার এর ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ জারণ মান +6 অর্জন সম্ভব। কিন্তু O^{2-} এর ক্ষেত্রে তা সম্ভব নয়। তাই H_2S, H_2O অপেক্ষা শক্তিশালী বিজারক।

গ চুম্বকক্ষেত্র দ্বারা আকৃষ্ট হয় এরূপ বস্তুকে প্যারাম্যাগনেটিক বলা হয়। অণু, পরমাণু বা আয়নে বিজোড় ইলেকট্রন উপস্থিত থাকলে প্যারাম্যাগনেটিক ধর্মের উৎপত্তি ঘটে।

A যৌগটি $[Fe(CN)_6]^{4-}$, এতে কেন্দ্রীয় মৌলের সন্নিবেশ সংখ্যা 6। জটিল যৌগ গঠনের সময় অরবিটাল সংকরণ হতে দেখা যায়।

3d 4s 4p

$[Fe(CN)_6]^{-4}$ = | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ⠆ | ⠆ | | ⠆ | | ⠆ | ⠆ | ⠆ |

CN^- CN^- CN^- CN^- CN^- CN^-

d^2sp^3

কেন্দ্রীয় মৌলে কোনো বিজোড় ইলেকট্রন নেই। তাই এটি চুম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিকর্ষিত হয় এবং যৌগটি ডায়াম্যাগনেটিক।

অন্যদিকে B যৌগ $[Fe(CN)_6]^{3-}$ যৌগে কেন্দ্রীয় মৌলের সন্নিবেশ সংখ্যা 6। জটিল যৌগ (B) গঠনের সময় দেখা যায়।

3d

$[Fe(CN)_6]^{3-}$ = | ⇅ | ⇅ | 1 | ⠆ | ⠆ | | ⠆ | | ⠆ | ⠆ | ⠆ |

CN^- CN^- CN^- CN^- CN^- CN^-

d^2sp^3 সংকরায়ন

কেন্দ্রীয় মৌলে একটি বিজোড় e^- বিদ্যমান তাই যৌগটি প্যারাচুম্বক ধর্ম প্রদর্শন করে।

ঘ ২২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫২

$A = ns^2$	$P = ns^2 np^5$
$B = (n+1) s^2$	$Q = (n+1) (n+1) p^5$
$C = (n+2)s^2$	$R = (n+2)s^2 (n+2) p^5$
$D = (n+3) s^2$	$S = (n+3) s^2 (n+3) p^5$

[B = 2]

[ফেনি গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. অসামঞ্জস্য বিক্রিয়া কাকে বলে? ১

খ. Mg এর ২য় আয়নিকরণ শক্তি প্রথম আয়নিকরণ শক্তির চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. ACO_3, BCO_3 CCO_3, DCO_3 কে বিয়োজন তাপের ক্রমানুসারে সাজাও ও ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. A মৌলটি টলেন বিকারক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। MP, MQ MR ও MS যৌগগুলোর বর্ণ ভিন্ন ভিন্ন ব্যাখ্যা করো। ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বিক্রিয়ায় একই সাথে জারিত ও বিজারিত হয় তাকে সামঞ্জস্য বিক্রিয়া বলে।

খ কোনো মৌলের সর্বঃবহিস্থ কক্ষপথ থেকে একটি e^- অপসারণ করে একক তড়িৎ ধনাত্মক আয়ন গঠনে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে ১ম আয়নীকরণ শক্তি বলে।

$Mg \rightarrow Mg^+ + e^-; \Delta H = +738$ kJ/mol

একটি ইলেকট্রন ত্যাগের ফলে নিউক্লিয়াসে অবস্থিত 12টি প্রোটন 11টি e^- কে অধিক বেশি আকর্ষণ করে। তাই পরবর্তীতে e^- ত্যাগ করতে অনেক বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। যায় কারণে ২য় আয়নীকরণ শক্তির মান বেশি হয়।

$Mg^+ \rightarrow Mg^{2+} + e^- \Delta H = +1450$ kJ/mol

গ ৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ M মৌলটি টলেন বিকারক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয় তাই মৌলটি হলো সিলভার (Ag)।

উদ্দীপকের P, Q, R ও S এর বহিঃস্তরে 7টি করে ইলেকট্রন বিদ্যমান, তাই এরা যথাক্রমে F, Ce, Fr ও I

সুতরাং MP, MQ, MR ও MS যৌগ চারটি যথাক্রমে AgF, AgCl, AgBr ও AgI এবং এরা প্রত্যেকেই আয়নিক বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত হয়।

আয়নিক যৌগসমূহ পোলার দ্রাবকে দ্রবণীয়, সমযোজী যৌগসমূহ সাধারণত অদ্রবণীয়। যৌগের আয়ন খুব বেশি পোলারায়িত হলে তার সমযোজী ধর্ম বৃদ্ধি পায় ফলে সে যৌগ পানিতে অদ্রবণীয় হয়। যেমন AgF, AgCl, AgBr ও AgI এর চারটি যৌগের মধ্যে AgF এ অ্যানায়নের পোলারায়ন সবচেয়ে কম। তাই এটি পানিতে দ্রবণীয়, অন্য হ্যালাইডসমূহের পোলারায়ন বেশি ঘটে; তাই এরা পানিতে অদ্রবণীয় হয়।

সাধারনত d ও f অরবিটালে অযুগ্ম ইলেকট্রন বিশিষ্ট আয়নের যৌগসমূহ বর্ণযুক্ত হয়। যৌগের বর্ণযুক্ত হওয়ার অন্যতম কারণ হলো, অ্যানায়নের বেশি পোলারায়ন। অক্সাইড, সালফাইড প্রভৃতি আয়নের পোলারায়িত হওয়ার প্রবণতা বেশি।

AgF, AgCl, AgBr ও Ag^+ আয়নের পোলারায়ন ক্ষমতা বেশি। হ্যালাইড আয়নসমূহের মধ্যে F^- ও C^- আয়ন কম পোলারায়িত হয়; তাই AgF ও AgCl বর্ণহীন বা সাদা; Br^- আয়ন বেশি পোলারায়িত হওয়ায় AgBr হালকা হলুদ। আয়োডাইড (I^-) আয়ন আরও বেশি পোলারায়িত হওয়ায় AgI গাঢ় হলুদ হয়।

প্রশ্ন ▶ ৫৩

গ্রুপ→ / পর্যায়↓	1	2	11	13	17
৩য়	P	Q	R		Y
৪র্থ			Z		

[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

ক. ভ্যানডার ওয়াল বল কী? ১

খ. ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ক্লোরিন অপেক্ষা কম কেন? ২

গ. উদ্দীপকের "Y" P, Q এবং R উপাদানের সাথে পৃথকভাবে যে যৌগসমূহ গঠন করে তাদের দ্রাব্যতা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. Z^{2+} এর সাথে অ্যামোনিয়ার সংকরীকরণ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো অপোলার সমযোজী যৌগে তার অণুসমূহ যে দুর্বল আকর্ষণ বলের মাধ্যমে পরস্পরের সাথে যুক্ত থাকে তাকে ভ্যান্ডারওয়ালস আকর্ষণ বল বলে।

খ সাধারণত গ্যাসীয় অবস্থায় কোন মৌলের এক মোল বিচ্ছিন্ন পরমাণু প্রত্যেকে 1 মোল ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত হয়ে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন এক মোল একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয় তাকে সে মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে। F অপেক্ষা Cl এর ইলেকট্রনের আকার বড় হওয়ায় F অপেক্ষা Cl এর পরমাণুর দিকে আগমনকারী ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কম হওয়ার কথা, তবে F এর আকার অনেক ক্ষুদ্র হওয়ায় এবং এত ক্ষুদ্র পরিসরে সাতটি ইলেকট্রন থাকায় ইলেকট্রনের উপর শেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনসমূহের বিকর্ষণের কারণে Cl অপেক্ষা F এর ইলেকট্রন আসক্তি কম হয়।

গ ২(ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩৮(গ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৪ (i) BCl_3 (ii) NH_4^+ (iii) NH_3 *[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]*

ক. এনথালপি কী? ১

খ. সন্নিবেশ বন্ধন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের (i)-এর সংকরীকরণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের (ii) এবং (iii) এর বন্ধন কোণ এবং আকৃতি একই কীনা ব্যাখ্যা কর। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

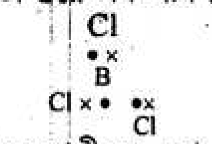
ক কোনো সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তির সাথে সিস্টেমের চাপ ও আয়তনের গুণফল (PV) শক্তি যোগ করলে যে মোট শক্তি পাওয়া যায় তাকে এনথালপি বলে।

খ যদি কোন বন্ধনে একটি পরমাণু বা আয়ন একজোড়া ইলেকট্রন দান করে এবং তা উভয় পরমাণু বা আয়ন শেয়ার করে তাকে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন বলে। এই বন্ধন তৈরির জন্য একটি পরমাণুর খালি অরবিটাল প্রয়োজন এবং অপর পরমাণুর একজোড়া মুক্তজোড় ইলেকট্রন থাকতে হবে।

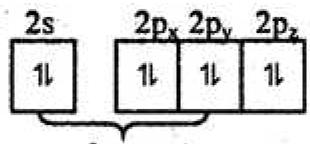
গ উদ্দীপকের (i) নং যৌগটি হচ্ছে বোরন ট্রাইক্লোরাইড (BCl_3)।
বোরন ট্রাইক্লোরাইড অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণু বোরনের উত্তেজিত ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় যে, এর যোজ্যতাস্তরে s-উপস্তরে ১টি এবং p উপস্তরে ২টি আগুল ইলেকট্রন আছে।

$_5B^* - 1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1$

B এর এ তিনটি অযুগল ইলেকট্রনের সঙ্গে ৩টি Cl পরমাণুর ইলেকট্রন শেয়ার করে ৩টি B–Cl সমযোজী বন্ধন গঠন দ্বারা BCl_3 অণু সৃষ্টি করে। এ শেয়ারকৃত তিন জোড়া ইলেকট্রন কেন্দ্রীয় পরমাণু B এর যোজ্যতা স্তরে অবস্থান নেয়।

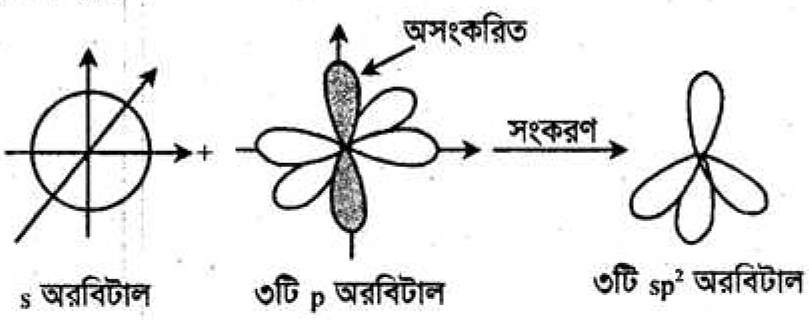


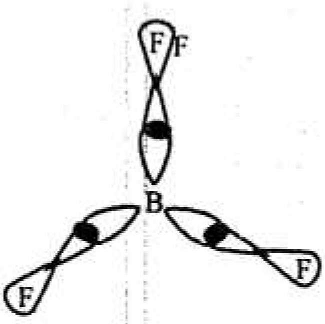
সমযোজী BF_3 অণু

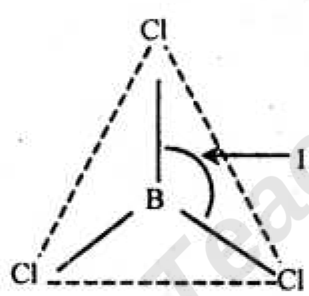


sp^2 সংকরণ

এ উদ্দেশ্যে 'B' এর যোজ্যতাস্তরে ১টি s এর এবং ২টি p অরবিটাল সংকরিত হয়ে ৩টি sp^2 সংকর অরবিটাল গঠন করে। এ sp^2 সংকর অরবিটাল ত্রিভুজকৃতি। তাই এ ত্রিভুজাকৃতির ৩টি sp^2 সংকর অরবিটালের সঙ্গে ৩টি Cl পরমাণুর p অরবিটাল অধিক্রম করে যে BCl_3 অণু গঠন করে সে অণুটিও ত্রিভুজ আকৃতি লাভ করে। বন্ধন কোণ 120°।







ঘ ১৬(ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫৫

মৌল	বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস n = 2
A	$ns^2 np^1$
B	$ns^2 np^2$
D	$ns^2 np^3$
E	$ns^2 np^4$
X	$(n+1)s^2 (n+1)p^5$

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. অরবিটাল বলতে কী বুঝো? ১
খ. Na_2CO_3 এর জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয় কেন? ২
গ. 'OH_3 এবং AX_3 এর সংকরণ ভিন্ন'–বিবৃতিটি ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. 'সংকরায়ন একই হবার পরও BH_4, DH_3 এবং H_2E এর বন্ধন কোণ আলাদা আলাদা'–বিশ্লেষণ কর। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ Na_2CO_3 যৌগটি দুর্বল এসিড H_2CO_3 এবং শক্তিশালী ক্ষার NaOH এর সমন্বয়ে তৈরি হয়। এজন্য এতে ক্ষারীয় বৈশিষ্ট্যের প্রাধান্য থাকায় এটি জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়।

$Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 + 2Na^+(aq) + OH^-(aq)$

উৎপন্ন H_2CO_3 দুর্বল এসিড হওয়ায় জলীয় দ্রবণে খুব কম আয়নিত হয়। তাই জলীয় দ্রবণে OH^- আয়নের প্রাধান্য থাকে। এজন্য Na_2CO_3 এর জলীয় দ্রবণ ক্ষারীয়।

গ ৪০ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৪০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫৬

ক্রমিক নং	পর্যায়ক্রমিক ধর্ম	মৌল						
		Na	Mg	Al	Si	P	S	Ci
১	আয়নিকরণ শক্তি	496	738	578	789	1012	1000	1251
২	তড়িৎ ঋণাত্মকতা	0.9	1.2	1.5	1.7	2.1	2.5	2.8
৩	গলনাংক (°C)				1414	44	112.8	–101

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

ক. রেখা বর্ণালির সংজ্ঞা লিখ। ১
খ. পল বুজি ব্যালেন্সে রাইডারকে ডান থেকে বামে সরালে বস্তুর কীরূপ পরিবর্তন ঘটে এবং কেন? ২
গ. উদ্দীপকের তৃতীয় ধর্মের পরিবর্তনের আন্তঃআকর্ষণ বলের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের ১ ও ২ নং ধর্ম মৌলের প্রকৃতি নির্ধারক-উপযুক্ত বিক্রিয়াসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শোষণ ও বিকিরণ বর্ণালীতে আলাদা আলাদা কম্পাংকের রেখা সম্বলিত বর্ণালীকে রেখা বর্ণালী বলে।

খ পল বুজি ব্যালেন্সে রাইডারকে ডান থেকে বামে সরালে বস্তুর ভরের মান কমে যাবে। কারণ সাধারণত রাইডারকে বাম থেকে ডানদিকে সরিয়ে ভর মাপা হয়।

বস্তুর ভর = ডান পাল্লায় চাপানো ওজন ± রাইডারের অবস্থান
× রাইডার ধ্রুবক

রাইডারের অবস্থান ডান থেকে বাম দিকে সরালে ঋণাত্মক চিহ্ন হবে এবং বাম থেকে ডানে সরালে ধনাত্মক চিহ্ন হবে।
সাধারণত রাইডারের এই মানকে ধনাত্মক ধরে হিসাব করা হয়।

গ উদ্দীপকের তৃতীয় ধর্মের পরিবর্তন বলতে Si → Cl পর্যন্ত মৌলের গলনাংকের পরিবর্তনকে বুঝানো হয়েছে। নিম্নে আন্তঃআণবিক আকর্ষন বলের প্রভাবের মাধ্যমে তা ব্যাখ্যা করা হলো :
সিলিকনের কেলাসে অতিবৃহৎ অণু বিদ্যমান, যা Si – Si বন্ধনের মাধ্যমে ত্রিমাত্রিক জাল হিসেবে গঠিত। এ কেলাসকে গলনের জন্য অনেক Si – Si বন্ধন ভাঙা প্রয়োজন, তাতে অনেক শক্তির প্রয়োজন। অতএব সিলিকনের গলনের এনথালপি অনেক বেশি এবং গলনাংকও অনেক উচ্চ। একই কারণে এর স্ফুটনাংকও অনেক বেশি।
পরবর্তী মৌল ফসফরাস এর শ্বেত রূপভেদ P_4 অণু হিসেবে থাকে। এ অণু বিশুদ্ধ সমযোজী প্রকৃতির। বিভিন্ন অণুর মধ্যে দুর্বল ভ্যান ডার ওয়ালের শক্তি আন্তঃআণবিক বল হিসেবে বিদ্যমান। সেহেতু এর গলনাংক ও স্ফুটনাংক অনেক কম। তবে P_4 অণু হিসেবে থাকায় এর আণবিক ভর কিছুটা বেশি। তাই এর গলনাংক ও স্ফুটনাংক তাপমাত্রা একেবারে কম নয়।
সালফারের অণু S_8 হিসেবে বিদ্যমান। একই মৌলের পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট হওয়ায় সালফারের অণু বিশুদ্ধ সমযোজী প্রকৃতির। ফলে বিভিন্ন অণুর মধ্যে দুর্বল ভ্যান ডার ওয়ালের শক্তি আন্তঃআণবিক শক্তি হিসেবে বিদ্যমান। ফলে এ অণুসমূহকে পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন করতে কম শক্তির প্রয়োজন হয়। তাই এ গলনাংক ও স্ফুটনাংক কম। তবে এক

একটি অণু ৮টি সালফার পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট হওয়ায় এর আণবিক ভর বেশি; তাই বিশুদ্ধ সমযোজী অর্থাৎ অপোলার হওয়া সত্ত্বেও এর স্ফুটনাংক ও গলনাংক কিছুটা বেশি।

ক্লোরিন অণু দুটি পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট। একই মৌলের পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট হওয়ায় Cl_2 অণু পুরোপুরি অপোলার অর্থাৎ বিশুদ্ধ সমযোজী প্রকৃতির। ফলে বিভিন্ন Cl_2 অণুর মধ্যে দুর্বল ভ্যান ডার ওয়াল শক্তি আন্তঃআণবিক শক্তি হিসেবে বিদ্যমান। এ কারণে Cl_2 অণুসমূহকে পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন করতে খুব কম শক্তির প্রয়োজন হয় (লক্ষ কর ক্লোরিন পরমাণুসমূহকে বিচ্ছিন্ন করা হচ্ছে না অর্থাৎ Cl – Cl বন্ধন ভাঙা হচ্ছে না)। সুতরাং Cl_2 এর গলনের ও বাষ্পীভবনের এনথালপি অনেক কম। একই কারণে এর গলনাংক ও স্ফুটনাংক অনেক কম।

ঘ উদ্দীপকে উল্লিখিত ১ ও ২ নং ধর্ম হলো আয়নিকরণ শক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতা।

কোনো পর্যায়ে বাম থেকে ডানদিকে গেলে মৌলসমূহের ধাতব ধর্ম হ্রাস পায় ও অধাতব ধর্ম বৃদ্ধি পায়। ধাতব মৌলের আয়নিকরণ শক্তি অপেক্ষা কম হয় কারণ তাছাড়া বহিঃস্থ শক্তিস্তর থেকে সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করে। উদ্দীপকের ছক থেকে দেখা যাচ্ছে যে, Na, Mg ও Al এর আয়নিকরণ শক্তি Cl, S ও P এর তুলনায় অনেক কম। অর্থাৎ Na, Mg ও Al ধাতব মৌল ও P, S ও Cl অধাতব মৌল। মধ্যবর্তী মৌল Si হলো উপধাতু, কখনো ধাতু বা কখনো অধাতু হিসেবে কাজ করে।

ধাতব মৌল ইলেকট্রো ধনাত্মক ও অধাতব মৌর ইলেকট্রো ঋণাত্মক; তাই ধাতব মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা কম ও অধাতব মৌলের এই মান বেশি হয়।

অতএব, আলোচনার প্রেক্ষিতে এটাই প্রতিয়মান হয় যে, আয়নিকরণ শক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতা মৌলসমূহের প্রকৃতি নির্ধারক। নিম্নে বিক্রিয়ার মাধ্যমে দেখানো হলো :

উদ্দীপকে উল্লেখিত মৌলসমূহের অক্সাইডগুলো যথাক্রমে Na_2O, MgO, Al_2O_3, SiO_2, P_2O_5, SO_3 ও Cl_2O_7। অক্সাইডগুলোর মধ্যে Na_2O ও MgO ক্ষারধর্মী, Al_2O_3 উভধর্মী এবং SiO_3, P_2O_5, SO_3, Cl_2O_7 হলো অম্লধর্মী। নিচে মৌলগুলির অক্সাইডের অম্ল-ক্ষার ধর্ম আলোচনা করা হলো—

Na_2O পানির সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষার উৎপন্ন করে। তাই Na_2O হলো ক্ষারধর্মী।

$$Na_2O + H_2O \longrightarrow 2NaOH$$

MgO পানির সাথে বিক্রিয়া করে ক্ষার উৎপন্ন করে না। কিন্তু MgO অম্লের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। তাই MgO ক্ষারকীয়।

$$MgO + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2O$$

Al_2O_3 অম্ল ও ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। তাই Al_2O_3 হলো উভধর্মী অক্সাইড।

$$Al_2O_3 + 2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$$
$$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$$

SiO_2 পানি বা অম্লের সাথে বিক্রিয়া করে না। কিন্তু SiO_2 ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। তাই SiO_2 হলো অম্লধর্মী।

$$SiO_2 + NaOH \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

P_2O_5, SO_3 ও Cl_2O_7 পানির সাথে বিক্রিয়া করে এসিড উৎপন্ন করে। আবার ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। তাই অক্সাইডগুলো হলো অম্লধর্মী।

$$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow H_3PO_4$$
$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$
$$Cl_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2HClO_4$$

আমরা জানি, ধাতব অক্সাইড অম্লীয় ও অধাতব অক্সাইড ক্ষারীয়। সুতরাং, Na, Mg ও Al হলো ধাতব মৌল ও Cl, S ও P হলো অধাতব মৌল।

প্রশ্ন ▶ ৫৭

গ্রুপ→ / পর্যায়	1	2	13	15	17
১ম	A				
২য়		B			X
৩য়			D	E	

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

ক. থায়োএসিটামাইডের সংকেত লিখ। ১

খ. বেনজিন (স্ফুটনাংক 82°C) এবং টলুইন (স্ফুটনাংক 110°C) মিশ্রণ পৃথকীকরণে কোন পদ্ধতি প্রযোজ্য এবং কেন? ২

গ. EX_3 এর সাথে X^- যুক্ত হয়ে উৎপন্ন আয়নের সংকরণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. A, B ও D এর সাথে পৃথক পৃথকভাবে X যুক্ত হয়ে উৎপন্ন যৌগের পানিতে দ্রাব্যতা প্রচলিত ধারণার সম্পূর্ণ বিপরীত-ব্যাখ্যা কর। ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক থায়োএসিটামাইডের সংকেত : CH_3CSNH_2

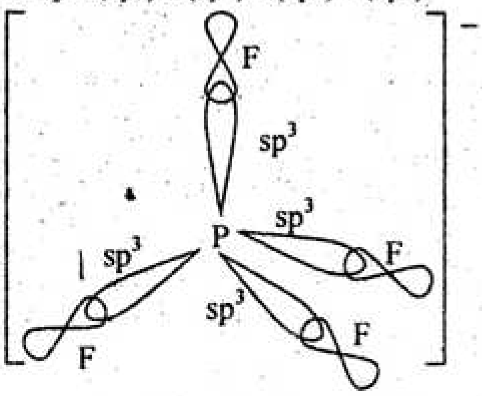
খ বেনজিন ও টলুইনের স্ফুটনাংকের পার্থক্য (110 – 82) হলো 28°C। আমরা জানি, দুইটি যৌগের স্ফুটনাংকের পার্থক্য 40°C বা এর বেশি হলে তাদেরকে সাধারণ পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথক করা যায়। কিন্তু এই পার্থক্য 40°C-এর নিচে হলে তাদেরকে অংশ কলামযুক্ত আংশিক পাতন পদ্ধতিতে পৃথক করতে হয়।

এখানে বেনজিন ও টলুইনের স্ফুটনাংকের পার্থক্য 40°C এর কম হওয়ায় এদেরকে আংশিক পাতন প্রক্রিয়ায় মিশ্রণ থেকে পৃথক করতে হবে।

গ উদ্দীপকের E মৌলটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যয়ে ও 15 নং গ্রুপে অবস্থিত সুতরাং মৌলটি হলো ফসফরাস (P)। আবার X মৌলটি ২য় পর্যায়ে ও 17 নং গ্রুপে অবস্থিত, সুতরাং মৌলটি হলো ক্লোরিন।

অতএব, EX_3 যৌগটি হলো PF_3 এবং X^- আয়নটি হলো F^-। PF_3 এর সাথে F^- মিলিতভাবে P^-F_4 ক্যাটায়ন উৎপন্ন করবে। উৎপন্ন P^-F_4 আয়নের P-মৌলটি sp^3 সংকরিত।

$$_{15}P \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$$
$$_{15}P \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3(sp^3)^2 3(sp^3)^1 3(sp^3)^1 3(sp^3)^1$$



ঘ উদ্দীপকের A, B ও D মৌল তিনটি যথাক্রমে H, Be ও Al। এদের সাথে F এর যৌগ হলো HF, BeF_2 ও AlF_3

দ্রবণীয়তার প্রচলিত ধারণা হলো আয়নিক যৌগ পানিতে দ্রবণীয় ও সমযোজী যৌগ পানিতে অদ্রবণীয়।

HF একটি সমযোজী যৌগ যা পানিতে অদ্রবণীয় হবার কথা। কিন্তু এর মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে পোলারিটি সৃষ্টি হয়, ফলে HF পানিতে দ্রবণীয় হয়।

BeF_2 যৌগটি আয়নিক যৌগ। কিন্তু Be^{2+} এর উচ্চ চর্জ ও ক্ষুদ্র আকারের কারণে এর মধ্যে পোলারায়ন সর্বাধিক, তাই এই সমযোজী বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করে, ফলে পানিতে অদ্রবণীয়।

AlF_3 যৌগটি আয়নিক বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত হয়। সুতরাং এটি পানিতে দ্রবণীয় হওয়ার কথা। কিন্তু Al^{3+} এর উচ্চ চার্জের কারণে পোলারায়ন ঘটে। ফলে AlF_3-এ সমযোজী চরিত্র প্রকাশ পায়, তাই পানিতে অদ্রবণীয়।

আলোচনায় প্রেক্ষিতে বুঝা যাচ্ছে যে, HF, $BeCl_2$ ও AlF_3 এর পানিতে দ্রাব্যতা সাধারণ ধারণতার সম্পূর্ণ বিপরীত। কিন্তু HF এর পানিতে দ্রবণীয়তা এবং BeF_2 ও AlF_3 অদ্রবণীয়তা যুক্তিযুক্ত।

প্রশ্ন ▶ ৫৮ C_2H_4, CH_4 এবং NH_3 কতগুলো সমযোজী যৌগ।

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. অরবিটাল কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহৃত হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ১ম যৌগটির অরবিটাল চিত্র অংকন করো এবং ঐ যৌগে কার্বনের সংকরীকরণ বর্ণনা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের শেষ ২টি যৌগে কার্বন ও নাইট্রোজেনের অরিবিটাল সংকরীকরণ একই হলেও উহাদের অণুর আকৃতি ভিন্ন– মূল্যায়ন করো। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

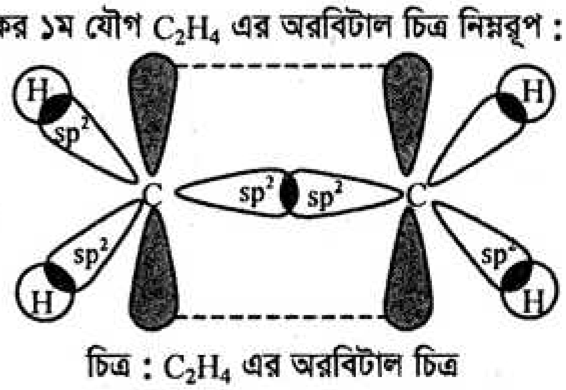
খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)

(ইটের মত লাল)

গ উদ্দীপকের ১ম যৌগ C_2H_4 এর অরবিটাল চিত্র নিম্নরূপ :



চিত্র : C_2H_4 এর অরবিটাল চিত্র

C_2H_4 যৌগে কার্বন পরমাণুর সংকরীকরণ :

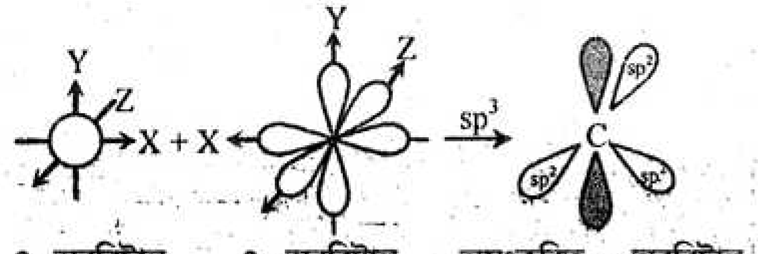
কার্বন সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাস : $C(6) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^{\ 1}\ 2p_y^{\ 1}\ 2p_z^{\ 0}$

উত্তেজিত অবস্থায় ইলেকট্রন বিন্যাস :

$C^*(6) \rightarrow 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^{\ 1}\ 2p_y^{\ 1}$ $\boxed{2p_z^{\ 1}}$ → অসংকরিত অরবিটাল

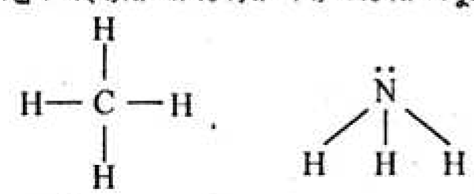
sp^2 হাইব্রিডাইজেশন

কার্বন পরমাণুর 2s অরবিটালের সঙ্গে তিনটি p অরবিটালের (p_x, p_y বা p_z) প্রথম দুটির মিশ্রণে তিনটি সমতলীয় sp^2 হাইব্রিড অরবিটাল সৃষ্টি হয়। এই অবস্থায় C পরমাণুর একটি 2p অরবিটাল, হাইব্রিড অরবিটাল গঠনে অংশ নেয় না, তাই বিশুদ্ধ অবস্থায় থেকে যায়। তিনটি sp^2 হাইব্রিড অরবিটাল একই সমতলে থাকে এবং পরস্পরের সঙ্গে 120° কোণ উৎপন্ন করে।



চিত্র: sp^2 হাইব্রিড অরবিটালের গঠন

ঘ উদ্দীপকের শেষ দুটি যৌগ CH_4 ও NH_3 এ কার্বন ও নাইট্রোজেনের অরবিটাল সংকরীকরণ sp^3। সংকরায়ন একই হলেও বন্ধনজোড় ও মুক্তজোড় ইলেকট্রন সংখ্যার পার্থক্যের জন্য তাদের অণুর আকৃতি ভিন্ন।



VESPR তত্ত্ব অনুযায়ী,

বন্ধন জোড়-বন্ধনজোড় e^- বিকর্ষণ < বন্ধনজোড় – মুক্তজোড় e^- বিকর্ষণ < মুক্তজোড় – মুক্তজোড় e^- বিকর্ষণ

CH_4 অণুতে চারটি বন্ধনজোড়-বন্ধনজোড় e^- বিকর্ষণ থাকায় sp^3 সংকরীকরণ অনুযায়ী এর আকৃতি চতুস্তলকীয় হয়। $\angle H–C–H$ = 109.5°

NH_3 অণুতে নাইট্রোজেন পরমাণুর চারদিকে ৪ জোড়া ইলেকট্রন থাকায় এর আকৃতি চতুস্থলকীয় হওয়ার কথা। কিন্তু ৪ জোড়া ইলেকট্রনের একটি মুক্তজোড় হওয়ায় এদের অধিকতর বিকর্ষণে অণুর আকৃতি বিকৃত হয়ে ত্রিকোণীয় পিরামিডের ন্যায় হয়ে যায় এবং বন্ধনকোণ হ্রাস পেয়ে 107° হয়।

প্রশ্ন ▶ ৫৯ W, X, Y ও Z মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 6, 14, 9, 17। মৌলের প্রতীকগুলো প্রচলিত প্রতীক নয়।

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. ভর ক্রিয় সূত্র বিবৃত করো। ১

খ. CH_3 – COOH ও NaOH এর প্রশমন তাপ স্থির মান অপেক্ষা কম কেন? ২

গ. Y মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি Z মৌল অপেক্ষা কম কেন? ৩

ঘ. "WCl_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না কিন্তু XCl_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়"–মূল্যায়ন করো। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ার 1 মোল পানি উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ তাপ নির্গত হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে। সবল এসিড ও ক্ষার সম্পূর্ণ রূপে বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। তাই এক্ষেত্রে সর্বদা একই রূপ রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং উৎপন্ন তাপের মান স্থির থাকে বা –57.34 kJ হয়। কিন্তু দুর্বল এসিড আংশিকভাবে বিয়োজিত হয় বলে এর সম্পূর্ণ বিয়োজনে কিছু শক্তি ব্যয় হয় যা অভ্যন্তরীণ তাঁপ হতে শোষিত হয়। ফলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ হ্রাস পায়। তাই মৃদু/দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির মান বা –57.34 kJ অপেক্ষা কম হয়। এজন্য CH_3–COOH দুর্বল এসিড এবং NaOH দুর্বল ক্ষার হওয়ায় এদের প্রশমন তাপ স্থির মানের চেয়ে কম হয়।

গ উদ্দীপকের Y ও Z মৌল দুটি যথাক্রমে F (ফ্লোরিন) ও Cl (ক্লোরিন)। ফ্লোরিন ও ক্লোরিন একই গ্রুপের মৌল। একই গ্রুপে যত নিচে দিকে যাওয়া হয় নতুন স্তর যুক্ত হয়। নিউক্লিয়াস থেকে সর্ববহিঃস্থ

স্তরের ইলেকট্রনের দূরত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে একই গ্রুপে নিচের দিকে ইলেকট্রন আসক্তি কম হওয়ার কথা। কিন্তু F আকারে ছোট হওয়ায় সর্ববহিঃস্থ স্তরে এর ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি হয়। ফলে অধিক ইলেকট্রনের প্রতি এর আসক্তি কমে যায়।
তাই F মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি Cl অপেক্ষা কম।

ঘ ২৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬০ $[_{26}M(CN)_6]^{4-}$ $[_{30}W(NH_3)_4]^{2+}$
A B

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

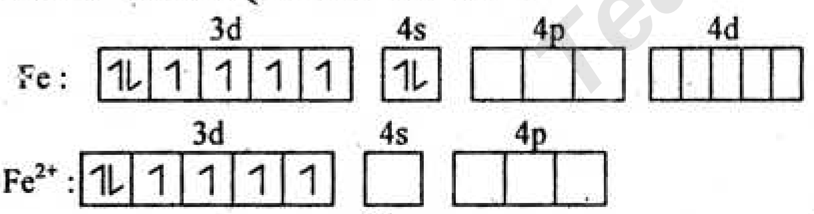
ক. pH কাকে বলে? ১
খ. ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা ক্লোরিনের থেকে বেশী কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. A এর সংকরণ এবং আকৃতি ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের A এবং B এর মধ্যে কোনটি রঙীন দ্রবণ গঠন করে-- বিশ্লেষণ কর। ৪

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে।

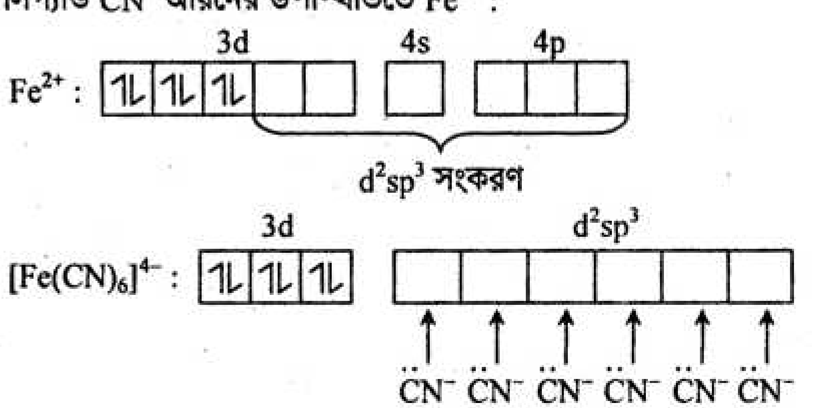
খ তড়িৎ ঋণাত্মকতা একটি পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম। কোনো মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা পরমাণুর আকার হ্রাসের সাথে এবং নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়। ফ্লোরিন পরমাণুর আকার ক্লোরিন পরমাণুর আকারের চেয়ে ছোট হওয়ায় ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা (পাউলিং স্কেল অনুসারে 4.0) ক্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার (পাউলিং স্কেল অনুসারে 3.0) চেয়ে বেশি হয়। কারণ পরমাণুর আকার যতো ছোট হয়, নিউক্লিয়াস দ্বারা পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ ততো বেশি তীব্রভাবে আকর্ষিত হয় এবং এর ফলে তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানও বেশি হয়।

গ 'M' মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 26 অর্থাৎ M মৌলটি হচ্ছে আয়রন (Fe) এবং $[M(CN)_6]^{4-}$ আয়নটি হচ্ছে $[Fe(CN)_6]^{4-}$ আয়ন। নিম্নে এর গঠন ও আকৃতি ব্যাখ্যা করা হলো–



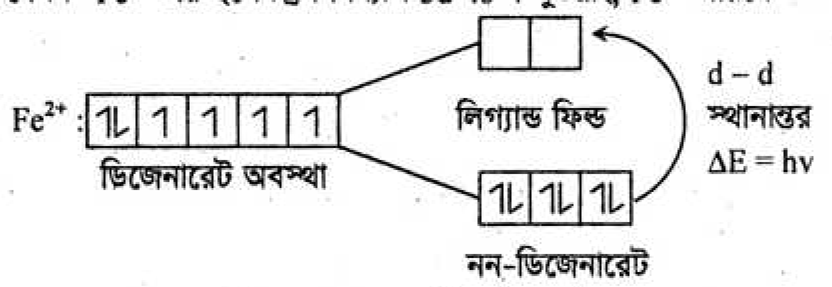
স্বাভাবিক অবস্থায়

লিগ্যান্ড CN^- আয়নের উপস্থিতিতে Fe^{2+} :



সুতরাং, Fe^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^64s^0$। লিগ্যান্ডের উপস্থিতিতে Fe পরমাণুতে d^2sp^3 সংকরায়ন হয় এবং 6টি ফাঁকা d^2sp^3 অরবিটাল উৎপন্ন হয় এবং 6টি $\ddot{C}N^-$ লিগ্যান্ড-এর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে $[Fe(CN)_6]^{4-}$ আয়ন তৈরি করে। d^2sp^3 সংকরায়ন হওয়ায় আয়নটির আকার হয় অষ্টতলকীয়।

ঘ উদ্দীপকের A ও B আয়নদ্বয় যথাক্রমে $[Fe(CN)_6]^{4-}$ ও $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$। A রঙিন যৌগ গঠন করলেও B রঙিন যৌগ গঠন করে না।
অবস্থান্তর ধাতু ও আয়নের যৌগে অপূর্ণ d-অরবিটাল থাকায় তাদের যৌগ রঙিন হয়। মুক্ত একক পরমাণু বা আয়নে পাঁচটি d-অরবিটাল সমশক্তিস্তরে থাকে একে ডিজেনারেট অবস্থা বলে। কিন্তু জটিল আয়ন গঠনকালে লিগ্যান্ডের উপস্থিতিতে d-অরবিটালসমূহের মধ্যে শক্তির তারতম্য দেখা যায় (নন-ডিজেনারেট অবস্থা)। ফলে যৌগের দ্রবণে আলো পড়লে d ইলেকট্রন দৃশ্যমান আলো শোষণ করে কাছাকাছি শক্তির অপর d অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়। যে বর্ণের আলো শোষণ করে তার সম্পূরক বর্ণের আলো দৃশ্যমান হয়। ফলে দ্রবণটি ঐ নির্দিষ্ট বর্ণের হয়। যেমন- Fe^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^64s^0$। সুতরাং, Fe^{2+} আয়নে



চিত্র: Fe^{2+} এর রঙিন যৌগ গঠন

অপূর্ণ d-অরবিটাল থাকায় Fe^{2+} রঙিন যৌগ গঠন করে। অন্যদিকে Zn^{2+} আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^{10}$-এ d অরবিটাল পূর্ণ হওয়ায় দৃশ্যমান আলো শোষণ করে d-d স্থানান্তর সম্ভব হয়। তাই Zn^{2+} রঙিন যৌগ গঠন করে না।
সুতরাং, A আয়ন রঙিন যৌগ গঠন করলেও B আয়ন রঙিন যৌগ গঠন করে না কারণ Zn^{2+} আয়নে পূর্ণ d-অরবিটাল বিদ্যমান।

প্রশ্ন ▶ ৬১

পর্যায় ↓ / গ্রুপ →	2	12	17
3			Q
4	X	M	

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. রাইডার ধ্রুবক কি? ১
খ. দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্যের দ্রাব্যতা সমআয়ন প্রভাবের কারণে হ্রাস পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. দ্রবণে M^{2+} মৌল আয়ন কীভাবে সনাক্ত করবে? ৩
ঘ. উদ্দীপকের Q মৌল আয়নিক এবং সমযোজী বন্ধন গঠন করলেও X মৌলটি আয়নিক বন্ধন গঠন করে– ব্যাখ্যা কর। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ স্থির তাপমাত্রায় কোন দ্রাবকে একটি দ্রব যোগ করতে থাকলে প্রথম দিকে তা দ্রবীভূত হয় এবং পরে এক পর্যায়ে দ্রবটি আর দ্রবীভূত না হয়ে নিচে জমা হতে থাকে। এ অবস্থায় যে দ্রবণ উৎপন্ন হয় তাকে সম্পৃক্ত দ্রবণ বলে। এটি একটি উভমুখী প্রক্রিয়া এবং দ্রবণের এ অবস্থাকে দ্রবণের সাম্যাবস্থা বলে। সাম্যাবস্থায় থাকাকালীন বাহির হতে আরো সম আয়ন যোগ করলে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থায় বাম দিকে সরে যাবে এবং দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে। যেমন–
$KCl(s) + H_2O \rightleftharpoons K^+(aq) + Cl^-(aq)$
উপরোক্ত বিক্রিয়ায় বাহির হতে K^+ আয়ন যোগ করলে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা বামে সরে যাবে এবং KCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস করবে।

গ M মৌলটি হচ্ছে ক্যালসিয়াম (Ca)। সুতরাং M^{2+} আয়নটি হচ্ছে Ca^{2+} আয়ন। দ্রবণে Ca^{2+} আয়ন সনাক্তকরণ নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল–

ক্যালসিয়াম লবণের দ্রবণে অ্যামোনিয়াম অক্সালেট দ্রবণ যোগ করলে ক্যালসিয়াম অক্সালেটের সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। ঐ অধঃক্ষেপ অ্যাসিটিক এসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু খনিজ এসিডে দ্রবণীয়।

$$CaCl_2(aq) + NH_4OOC - COO.NH_4 \rightarrow 2NH_4Cl(aq) + Ca\begin{matrix} O - C = O \\ | \\ O - C = O \end{matrix}$$

অ্যামোনিয়াম অক্সালেট — সাদা অধঃক্ষেপ

$$Ca\begin{matrix} O - C = O \\ | \\ O - C = O \end{matrix} + HCl(aq) \rightarrow HOOC - COOH(aq) + CaCl_2(aq)$$

ক্যালসিয়াম অক্সালেট — অক্সালিক এসিড

ঘ উদ্দীপকের Q ও X মৌলদ্বয় যথাক্রমে ক্লোরিন (Cl) ও ক্যালসিয়াম (Ca)। ক্লোরিণ আয়নিক ও সমযোজী উভয় বন্ধন গঠন করলেও ক্যালসিয়াম শুধুমাত্র আয়নিক বন্ধন গঠন করে। নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল :

ক্লোরিনের ইলেকট্রন বিন্যাস :

$Cl(17) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

সুতরাং দেখা যায় যে, ক্লোরিনের সর্বশেষ শক্তিস্তরে 7টি ইলেকট্রন আছে।

আয়নিক বন্ধন গঠনের জন্য এর একটি ইলেকট্রন গ্রহণের প্রয়োজন যা খুব সহজেই ঘটে। কারণ ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি উচ্চমানের। তাই ক্লোরিণ খুব সহজেই একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে Cl^- আয়নে পরিণত হয় ও আয়নিক বন্ধন গঠন করে।

আবার সমযোজী বন্ধন গঠনের জন্য ক্লোরিনের একটি ইলেকট্রন শেয়ারের প্রয়োজন হয়। তাই এটি সহজেই একটি ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে অষ্টক পূরণ করে ও সমযোজী বন্ধন গঠন করে।

অন্যদিকে ক্যালসিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস—

$Ca(20) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

ক্যালসিয়ামের সর্বশেষ শক্তিস্তরে 2টি ইলেকট্রন আছে। সুতরাং আয়নিক বন্ধন গঠন করতে এর দুটি ইলেকট্রন ত্যাগ করার প্রয়োজন হয়। আয়নিকরণ শক্তি নিম্ন হওয়ায় খুব সহজেই সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন দুটি ত্যাগ করে Ca^{2+} আয়নে পরিণত হয় ও আয়নিক যৌগ গঠন করে। কিন্তু সমযোজী বন্ধন গঠন করার জন্য অষ্টকপূরণে ক্যালসিয়াম এর 6টি ইলেকট্রন প্রয়োজন। কিন্তু 6টি ইলেকট্রন শেয়ার করার জন্য প্রচুর শক্তির প্রয়োজন তাই ক্যালসিয়াম 6টি ইলেকট্রন শেয়ার করতে বা সমযোজী বন্ধন গঠন করতে পারে না।

সুতরাং, Cl আয়নিক ও সমযোজী উভয় বন্ধন গঠন করলেও Ca শুধুমাত্র আয়নিক বন্ধন গঠন করে যার একমাত্র কারণ ক্যালসিয়ামের সর্বশেষ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস।

প্রশ্ন ▶ ৬২

শ্রেণি→ / পর্যায়↓	14	15
২য়	'X'	
৩য়		'Y'

[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ভর ক্রিয়া সূত্রটি লিখো। ১

খ. Cu এর তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাংক এর মান 0.000329 কেন? ২

গ. X_2H_2 এর সংকরণ চিত্রসহ বর্ণনা করো। ৩

ঘ. Cl এর সাথে যৌগ গঠনের ক্ষেত্রে Y এর একাধিক সংকরণ সম্ভব। বক্তব্যটি যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ 1 sec ধরে তড়িৎ বর্তনীর মধ্যদিয়ে 1 amp তড়িৎ প্রবাহিত করলে 0.000329g কপার ক্যানোডে জমা হয়। এই জন্য Cu-এর তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্কের মান 0.000329।

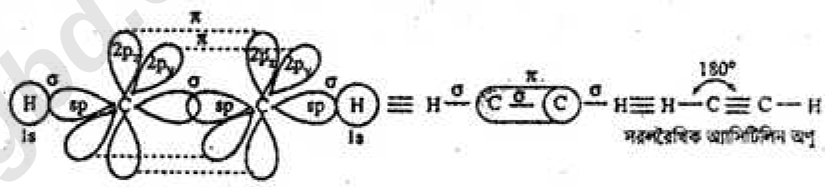
যেমন তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক $Z_{cu} = \frac{\text{পারমাণবিক ভর (Cu)}}{\text{যোজনী} \times \text{কুলম্ব}}$

$= \frac{63.5}{2 \times 96500}$ g/C

$= 0.000329$ g/C

গ উদ্দীপকের X মৌলটি পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের 14 নং গ্রুপে অবস্থিত; তাই মৌলটি হলো কার্বন (C) এবং X_2H_2 যৌগটি হলো ইথাইন (C_2H_2). নিম্নে এর অরবিটাল চিত্র বর্ণনা করা হলো:

অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) অণু গঠন: অ্যাসিটিলিন অণুর দুটি C পরমাণুই sp সংকরিত। দুটি C পরমাণুর 2টি sp সংকর অরবিটালের অক্ষ বরাবর অধিক্রমণের ফলে একটি C – C σ বন্ধন গঠিত হয় এবং উভয় C পরমাণুর অবশিষ্ট 1টি sp সংকর অরবিটালের সাথে H পরমাণুর 1s অরবিটালের অক্ষ বরাবর অধিক্রমণের ফলে 1টি করে মোট 2টি C – H σ বন্ধন গঠিত হয়। σ বন্ধনে আবদ্ধ 2টি C পরমাণু এবং 2টি H পরমাণু একই সরলরেখায় অবস্থান করে। অর্থাৎ, অ্যাসিটিলিন অণুর আকৃতি সরলরৈখিক। উভয় C পরমাণুতে 1টি 2py অরবিটাল এবং 1টি $2p_z$ অরবিটাল পরস্পর সমকোণে অবস্থান করে। তাই 2টি সমান্তরাল $2p_y$ অরবিটাল এবং 2টি সমান্তরাল $2p_z$ অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমণের ফলে 2টি দুর্বল কার্বন কার্বন π বন্ধন গঠিত হয়। এই বন্ধনগুলোর ইলেকট্রন মেঘ সরলরৈখিক σ কাঠামোকে সিলিন্ডারের মতো করে চারদিকে ঘিরে থাকে। এভাবে 2টি C পরমাণুর মধ্যে 1টি ত্রি-বন্ধন (1টি দৃঢ় σ বন্ধন এবং 2টি দুর্বল π বন্ধন) এবং 2টি C – H σ বন্ধন গঠনের মাধ্যমে অ্যাসিটিলিন অণুর সৃষ্টি হয়। অ্যাসিটিলিনে H – C – C বন্ধন কোণের মান 180°।



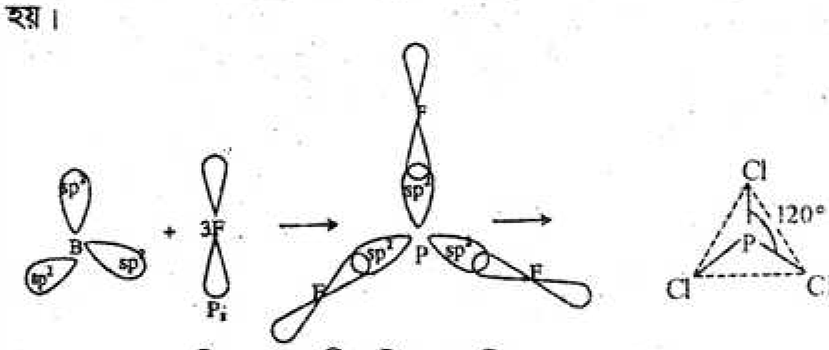
ঘ উদ্দীপকের Y মৌলটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়েও 15 নং গ্রুপে অবস্থিত; সুতরাং Y মৌলটি হলো ফসফরাস (P)। P-এর সাথে ক্লোরিন (Cl) মিলিত হয়ে PCl_3 ও PCl_5 গঠন করে যাতে যথাক্রমে sp^3 ও sp^3d^2 সংকরণ বিদ্যমান।

$_{15}P \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$

$_{15}P \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^1\ 2p_y^1\ 3p_z^1$

" $\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3(sp^3)^2\ 3(sp^3)^1\ 3(sp^3)^1\ 3(sp^3)^1$

PCl_3 অণুতে P এর বাইরের স্তরের তিনটি ইলেকট্রন তিনটি ক্লোরিন পরমাণুর অযুগ্ম ইলেকট্রনের সাথে শেয়ার করে একই সমতলে অবস্থান করে। এক্ষেত্রে P – Cl বন্ধন ইলেকট্রন পরস্পরকে বিকর্ষণ করে বিধায় P – Cl বন্ধনটি সর্বাধিক দূরে সরে যায় এবং একটি ত্রিভুজের তিন শীর্ষে অবস্থান নেয়। তাই PCl_3 এর আকৃতি সমতলীয় ত্রিকোণ ধরা হয়।



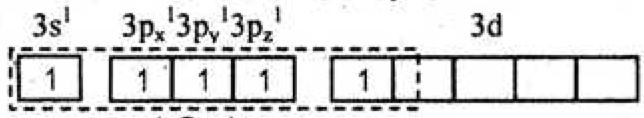
চিত্র: সমতলীয় ত্রিভুজাকৃতির PCl_3 অণু

ফসফরাস (P) মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 15 এবং এর ইলেকট্রন বিন্যাস—

$P(15) = 1s^2 2s^2 / 2p^6 3s^2 2p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$

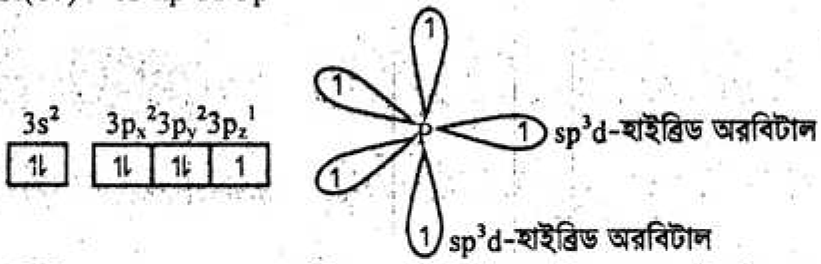
$3s^2$	$3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$	$3d^0$
⇅	↑ ↑ ↑	

সক্রিয় অবস্থায়, $P^*(15) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x{}^1 3p_y{}^1 3p_z{}^1 3d^1$

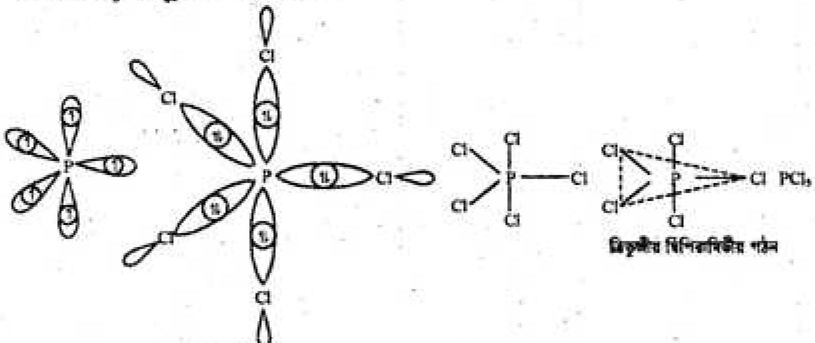


$3p^3d$ হাইব্রিডাইজেশন

$Cl(17) = 1s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

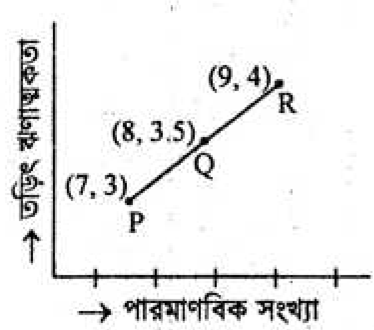


প্রতিটি Cl পরমাণু $3p_z$ অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রন P-এর পাঁচটি sp^3-হাইব্রিড অরবিটালের প্রতিটি অযুগ্ম ইলেকট্রনের সাথে পাঁচটি অধিক্রমণ করে PCl_5 অণুর গঠন করে।



চিত্র: PCl_5 অণুর গঠন কাঠামো

প্রশ্ন ▶ ৬৩



[ভিকারুননিসা নুন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ভ্যান্ডার ওয়ালস আকর্ষণ বল কাকে বলে? ১

খ. দুর্বল এসিড এবং সবল ক্ষারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মান অপেক্ষা কম কেন? ২

গ. Q এর হাইড্রাইডের সংকরণ অরবিটাল চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা করো। ৩

ঘ. উপরের লেখচিত্রে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পরিবর্তে আয়নিকরণ শক্তির মান ব্যবহার করলে লেখচিত্র কি একই রূপ হবে? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো অপোলার সমযোজী যৌগে তার অণুসমূহ যে দুর্বল আকর্ষণ বলের মাধ্যমে পরস্পরের সাথে যুক্ত থাকে তাকে ভ্যান্ডারওয়ালস আকর্ষণ বল বলে।

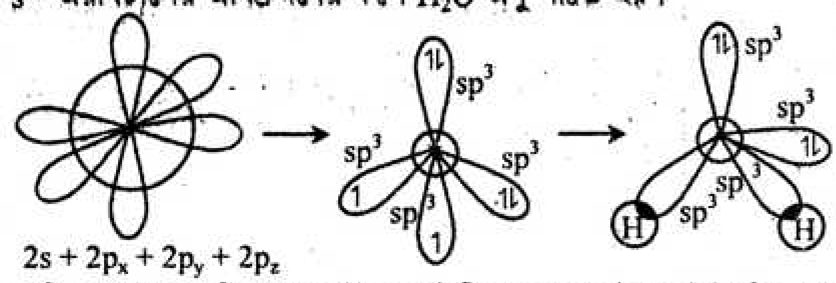
খ এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় 1 মোল পানি উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ তাপ নির্গত হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে। সবল এসিড ও ক্ষার সম্পূর্ণ রূপে বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। তাই এক্ষেত্রে সর্বদা একই রূপ রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং উৎপন্ন তাপের মান স্থির থাকে বা –57.34 kJ হয়। কিন্তু দুর্বল এসিড আংশিকভাবে বিয়োজিত হয় বলে এর সম্পূর্ণ বিয়োজনে কিছু শক্তি ব্যয় হয় যা অভ্যন্তরীণ তাপ হতে শোষিত হয়। ফলে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ হ্রাস পায়। তাই মৃদু/দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির মান বা –57.34 kJ অপেক্ষা কম হয়।

গ Q মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 8 এবং তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.5; সুতরাং মৌলটি হলো অক্সিজেন (O)। Q এর হাইড্রাইড হলো H_2O।

$_8O \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

$_1H \rightarrow 1s^1$

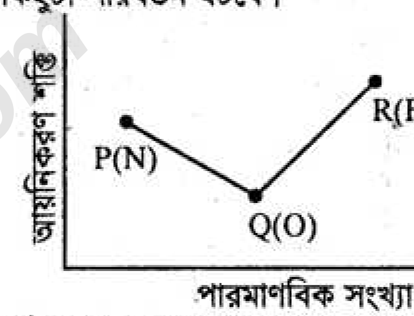
অক্সিজেনের ২য় শক্তিস্তরের একটি s ও তিনটি P-অরবিটাল মিলিতভাবে 4টি sp^3 সংকরিত অরবিটাল উৎপন্ন করে। উৎপন্ন 4টি সংকর অরবিটালের মধ্যে দুইটি sp^3 সংকর অরবিটালের সাথে হাইড্রোজেনের s'- অরবিটালের অধিক্রমনের ফলে H_2O অণু গঠিত হয়।



পানির অণুতে অক্সিজেনের উপর দুইটি মুক্তজোড় ইলেকট্রন বিদ্যমান এবং এই ইলেকট্রনের বিকর্ষণের জন্য ∠HOH এর মান আদর্শ মান 109°28′ থেকে কমে গিয়ে 104.5° হয় এবং এর আকৃতি হয় কৌণিক।



ঘ তড়িৎঋণাত্মকতার পরিবর্তে আয়নিকরণ শক্তি নিয়ে লেখটি অংকন করলে এর প্রকৃতি কিছুটা পরিবর্তন ঘটবে।



পর্যায় সারণিতে একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে গেলে আকার হ্রাসের সাথে সাথে আয়নিকরণ শক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান বাড়ে।
কিন্তু নাইট্রোজেন এর আয়নিকরণ শক্তি অক্সিজেনের চেয়ে বেশি, তাই গ্রাফের প্রকৃতি এরূপ হয়। এর কারণ নিম্নরূপ:

অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস ও আয়নীকরণ বিভব নিম্নরূপ:

$N(7) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ $\quad I.P = 1403\ kJmol^{-1}$

$O(8) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ $\quad I.P = 1314\ kJmol^{-1}$

অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস $O(8) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ হওয়ায় তা থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করলে ইলেকট্রন বিন্যাস দাঁড়ায় $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$। একক ধনাত্মক চার্জযুক্ত অক্সিজেন O^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে অর্ধপূর্ণ 2p অরবিটালসমূহ থাকায় তা তুলনামূলকভাবে অধিকতর স্থিতিশীল। ফলে অক্সিজেন-এর প্রথম আয়নীকরণ বিভব তুলনামূলকভাবে কম। অন্যদিকে নাইট্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হচ্ছে $N(7) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ যা অর্ধপূর্ণ তিনটি 2p অরবিটালের কারণে তুলনামূলকভাবে স্থিতিশীল। এটি থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করলে এ স্থিতিশীলতা ভঙ্গ হয়। ফলে নাইট্রোজেনের আয়নীকরণ বিভব স্বাভাবিক অপেক্ষা কিছু বেশি হয়। এ কারণে নাইট্রোজেনের অপেক্ষা অক্সিজেনের পারমাণবিক সংখ্যা বেশি হলেও নাইট্রোজেনের প্রথম আয়নীকরণ শক্তি অক্সিজেনের প্রথম আয়নীকরণ শক্তি অপেক্ষা বেশি।

প্রশ্ন ▶ ৬৪

মৌল	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
b.p,°C	883	1090	2270	2355	280.5	446	–34.6	–186

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

ক. ক্যাটিনেশন কী? ১

খ. $AlCl_3$ এর ডাইমার গঠন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উল্লেখিত স্ফুটনাংকের ক্রমটি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উল্লেখিত মৌলসমূহের আয়নিকরণ শক্তির ক্রম ব্যাখ্যা কর। ৪

৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সমযোজী বন্ধন দ্বারা কার্বনের অধিক সংখ্যক স্ব-পরমাণুযুক্ত হওয়ার বিশেষ ধরনের ধর্মকে ক্যাটিনেশন বলে।

খ $AlCl_3$ নিম্নতাপমাত্রায় ডাইমার হিসাবে অবস্থান করে। কারণ নিম্ন তাপমাত্রায় অধিক চার্জ ঘনত্বের কারণে Al^{3+} আয়ন দ্বারা Cl^- আয়নের বেশ পোলারায়ন ঘটে। তাই কঠিন অবস্থায় বিশুদ্ধ $AlCl_3$ এর উচ্চ ল্যাটিস এনথালপি থাকে না। এ অবস্থায় Al পরমাণুর চারদিকে Cl পরমাণুসমূহ বিন্যস্ত হয়ে Al এর অষ্টকপূর্ণ করে। তখন নিম্নরূপে Al পরমাণু ও Cl পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মধ্যে সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা ডাইমার অণু গঠন করে।

গ তৃতীয় পর্যায়ের মৌলসমূহের স্ফুটনাঙ্কের ক্রম নিম্নে ব্যাখ্যা করো হলো।

মৌল→	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
স্ফুটনাঙ্ক (°C)	883	1090	2270	2355	280.5	446	–34.6	–186

মৌল অবস্থায় এদের গঠনের বিভিন্নতার কারণে এ পরিস্থিতির উদ্ভব হয়। সোডিয়াম থেকে অ্যালুমিনিয়াম পর্যন্ত ধাতব বন্ধন বিদ্যমান। সোডিয়ামের কেলাসে Na^+ আয়ন বিদ্যমান; এ আয়নের আকার বড় এবং মুক্ত একটি মাত্র ইলেকট্রনের উপর আকর্ষণ কম। এ কারণে এ কেলাসের গলনের জন্য খুব বেশি শক্তির প্রয়োজন হয় না।অর্থাৎ এর গলনের এনথালপি কম এবং সে কারণে এর গলনাঙ্ক কম। অপরদিকে ম্যাগনেসিয়াম কেলাসে দ্বি-আধানবিশিষ্ট Mg^{2+} আয়ন ও দুটি মুক্ত ইলেকট্রন থাকে এবং অ্যালুমিনিয়ামের কেলাসে ত্রিআধানবিশিষ্ট Al^{3+} আয়ন ও তিনটি মুক্ত ইলেকট্রন বিদ্যমান। মুক্ত ইলেকট্রনের উপর এদের আকর্ষণ বেশি। এ কারণে এদের ধাতব বন্ধনের দৃঢ়তার বৃদ্ধির সাথে গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অধিক হয়।

সিলিকনের কেলাসে অতিবৃহৎ অণু বিদ্যমান, যা Si–Si বন্ধনের মাধ্যমে ত্রিমাত্রিক জাল হিসেবে গঠিত। এ কেলাসকে গলনের জন্য অনেক Si–Si বন্ধন ভাঙা প্রয়োজন, তাতে অনেক শক্তির প্রয়োজন। অতএব সিলিকনের গলনের এনথালপি অনেক বেশি এবং গলনাঙ্কও অনেক উচ্চ। একই কারণে এর স্ফুটনাঙ্ক অনেক বেশি।

পরবর্তী মৌল ফসফরাস এর শ্বেত রূপভেদ P_4 অণু হিসেবে থাকে। এ অণু বিশুদ্ধ সমযোজী প্রকৃতির। বিভিন্ন অণুর মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালসের শক্তি আন্তঃআণবিক বল হিসেবে বিদ্যমান। সেহেতু এর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক তাপমাত্রা একেবারে কম নয়।

সালফারের অণু S_8 হিসেবে বিদ্যমান। একই মৌলের পরমাণুর দ্বারা সৃষ্ট হওয়ায় সালফারের অণু বিশুদ্ধ সমযোজী প্রকৃতির। ফলে বিভিন্ন অণুর মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালসের শক্তি আন্তঃআণবিক শক্তি হিসেবে বিদ্যমান। ফলে এ অণুসমূহকে পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন করতে কম শক্তির প্রয়োজন হয়। তাই এর গলণাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক কম। তবে এক একটি অণু ৮টি সালফার পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট হওয়ায় এর আণবিক ভর বেশি, তাই বিশুদ্ধ সমযোজী অর্থাৎ অপোলার হওয়া সত্ত্বেও এর স্ফুটনাঙ্ক ও গলনাঙ্ক কিছুটা বেশি (P_4, Cl_2 ও Ar এর তুলনায়)।

ক্লোরিন অণু দুটি পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট। একই মৌলের পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট হওয়ায় Cl_2 অণু পুরোপুরি অপোলার অর্থাৎ বিশুদ্ধ সমযোজী প্রকৃতির। ফলে বিভিন্ন Cl_2 অণুর মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস শক্তি আন্তঃআণবিক শক্তি হিসেবে বিদ্যমান। এ কারণে Cl_2 অণুসমূহকে পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন করতে খুব কম শক্তির প্রয়োজন হয়। সুতরাং Cl_2 এর গলনের ও বাষ্পীভবনের এনথালপি অনেক কম। একই কারণে এর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অনেক কম।

পরবর্তী মৌল আর্গন নিষ্ক্রিয় গ্যাস হওয়ায় একপরমাণুক অণু হিসেবে বিদ্যমান। একটি অণুর সাথে অন্য অণুর আকর্ষণ অর্থাৎ আন্তঃআণবিক শক্তি খুবই কম। সুতরাং এর গলনের ও বাষ্পীভবনের এনথালপি এবং গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক খুবই কম।

ঘ ৬(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬৫ Q ও R দুটি দ্বিতীয় পর্যায়ের ক্রমিক মৌল। Q এর শেষ শক্তিস্তরে তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন বিদ্যমান। উভয় মৌল হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে সাধারণ যৌগ A ও B গঠন করে।

[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক. দ্রাব্যতা কী? ১

খ. Fe^{2+} ও Fe^{3+} এর মধ্যে কোনটি স্থায়ী এবং কেন? ২

গ. B অণুর জ্যামিতিক গঠন সংকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. A এর সাথে H^+ আয়ন সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করলে সংকরণ ও জ্যামিতিক কাঠামোতে কোন পরিবর্তন আসবে কী? বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ ফেরাস আয়ন একটি বিজারক। এটি জারক পদার্থ দ্বারা সহজে জারিত হয়। ফেরাস লবণের জলীয় দ্রবণকে বায়ুতে উন্মুক্ত রাখলে বায়ুর O_2 দ্বারা তা সহজে জারিত হয়ে ফেরিক লবণে পরিণত হয়।

$$2Fe^{2+} + \frac{1}{2}O_2 + 2H^+ \Rightarrow \rightarrow 2Fe^{3+} + H_2O$$

অপরদিকে ফেরিক লবণ জারক পদার্থ হওয়া এটি O_2 দ্বারা জারিত হয় না। এজন্য Fe^{2+} এর তুলনায় Fe^{3+} দ্রবণের স্থায়িত্ব বেশি হয়।

গ B অণুটি পানি। H_2O এর জ্যামিতিক গঠন সংকরণের সাহায্যে দেখানো হলো:

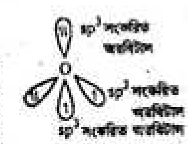
H_2O অণুর গঠন: H_2O অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণু O এবং এর পারমাণবিক সংখ্যা 8।

	$2s^2$	$2P_x^2$	$2P_y^1$	$2P_z^1$
$O(8) = 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$	⇅	⇅	↑	↑

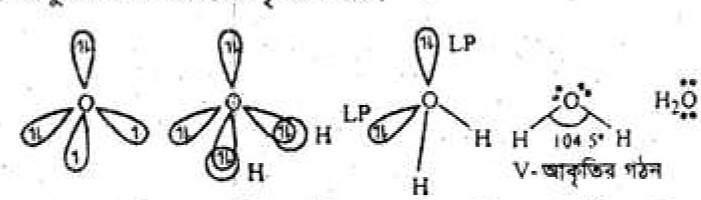
সক্রিয় অবস্থায়,

	$2s^2$	$2p_x^2$	$2p_y^1$	$2p_z^1$
$O^* = 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$	⇅	⇅	↑	↑

sp^3-সংকরায়ন



O-পরমাণুর সংকরিত অরবিটালের দুটির প্রত্যেকটিতে একটি করে অযুগ্ম ইলেকট্রন এবং অপর দুটিতে জোড় ইলেকট্রন অবস্থান করে। O-পরমাণুর সংকরিত অরবিটালের দুটি অযুগ্ম ইলেকট্রনের সাথে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণুর s-অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রন অধিক্রমণ করে H_2O অণুর গঠন কাঠামো সৃষ্টি করে।



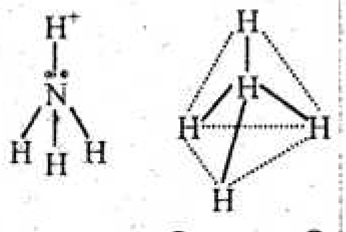
H_2O অণুতে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়- নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় বিকর্ষণ অপর দুটি বিকর্ষণ বল অপেক্ষা বড়। যে কারণে এরা পরস্পর পরস্পরকে বিকর্ষণ করে দূরে সরিয়ে দেয় এবং বন্ধন ইলেকট্রন জোড় কাছাকাছি অবস্থান করে। কারণ নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়– নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় বিকর্ষণ বল, নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড়-বন্ধন ইলেকট্রন জোড় বিকর্ষণ বল অপেক্ষাও বড়। অর্থাৎ (L.P–L.P) বিকর্ষণ বল > (L.P–B.P) বিকর্ষণ বল > (B.P – B.P) বিকর্ষণ বল। ফলে H_2O অণুতে H–O–H বন্ধন কোণের মান 109.5° হতে হ্রাস পেয়ে 104.5° হয়ে থাকে এবং আকার V আকৃতির হয়।

ঘ A যৌগটি হলো $:NH_3$।

$:NH_3$ তে কেন্দ্রীয় N পরমাণুর সংকরায়ন হলো sp^3। এর জ্যামিতিক গঠন হলো ত্রিকোণ ভূমি বিশিষ্ট পিরামিড।

এখানে, $\angle HNH = 107°$

NH_3 এর সাথে H^+ আয়ন সন্নিবেশ আয়ন গঠন করলে এর সংকরায়ন sp^3 ই থাকবে। কিন্তু জ্যামিতিক গঠন চতুস্তলকীয় হবে। এখানে $\angle HNH = 109.5°$



চিত্র: চতুস্তলকীয় গঠন

NH_4^+ এ কেন্দ্রীয় N পরমাণুর বহিঃস্থ স্তরে কোনো মুক্তজোড় ইলেকট্রন নেই। তাই sp^3 সংকরায়নের জ্যামিতিক গঠন অনুযায়ী এর আকৃতি হবে চতুস্তলকীয় এবং বন্ধন কোণ 109.5° হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬৬ কোন একটি মৌল (Z) যার, শেষ ২টি e^- এর চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নিম্নরূপ (যা হুন্ডের নীতি মেনে চলে)।

n	l	m	s	উপস্তর	dxy	dyz	dzx	dx^2-y^2	dz^2
3	2	−2	$+\frac{1}{2}$	চৌঃ কোঃ সংঃ	−2	−1	0	+1	+2
3	2	−1	$+\frac{1}{2}$	n, l, m, s ⟶ প্রতীকসমূহ প্রচলিত অর্থ বহন করে।					

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. উভমুখী বিক্রিয়া কাকে বলে? ১

খ. হাইড্রোজেন বন্ধন ব্যাখ্যা কর। ২

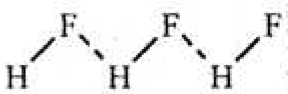
গ. Z এর পরবর্তী মৌলের শেষ ২টি e^- এর জন্য পলির বর্জন নীতি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. Z মৌলটির পূর্ববর্তী পর্যায়ের মৌলসমূহের ক্ষেত্রে, ১ম আয়নিকরণ শক্তির কোন তারতম্য ঘটবে কিনা? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বিক্রিয়া একই সাথে সম্মুখ ও পশ্চাৎ উভয় দিকে ঘটে তাকে উভমুখী বিক্রিয়া বলে।

খ হাইড্রোজেন পরমাণু যখন উচ্চ তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল যেমন ফ্লোরিন, অক্সিজেন, ক্লোরিন এবং নাইট্রোজেনের সাথে মিলিত হয়ে সমযোজী যৌগ গঠন করে তখন এদের মধ্যে পোলারিটি বা দ্বিমেরু সৃষ্টি হয়। এ রূপে সৃষ্ট পোলার অণুসমূহ যখন পরস্পরের নিকটে আসে তখন একটি অণুর হাইড্রোজেন প্রান্ত অন্য অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দিকে বিশেষভাবে আকৃষ্ট হয়ে একটি দুর্বল বন্ধন সৃষ্টি করে। এই দুর্বল আকর্ষণকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে। যেমন– হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড (HF), পানি (H_2O) ইত্যাদি।



গ উদ্দীপকের Z মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস–

$Z \longrightarrow [Ar]\, 3d^2 4s^2$

অর্থাৎ মৌল টাইটেনিয়াম (Ti)। এর পরবর্তী মৌল ভ্যানাডিয়াম (V)। পলির বর্জন নীতি অনুসারে, একটি পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একইরূপ হতে পারে না।

V এর শেষ e^- এর জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হলো–

n	l	m	s
3	2	−1	$+\frac{1}{2}$
3	2	0	$+\frac{1}{2}$

এখানে শেষ ২টি e^- এর n, l ও s এর মান একই হলেও m এর মান ভিন্ন যা পলির বর্জন নীতি।

ঘ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৬৭ PCl_5 ও NH_3 যৌগদ্বয় 200°C তাপমাত্রায় 1.5 atm চাপে 2.5% বিয়োজিত হয়। *[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]*

ক. ইমালসন কাকে বলে? ১

খ. ডি-ব্রগলির সমীকরণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ১ম যৌগটির ক্ষেত্রে (SI) এককে, প্রমান কর $K_c \neq K_p$ ৩

ঘ. যৌগদ্বয়ের আকৃতি ভিন্ন ভিন্ন হওয়ার ক্ষেত্রে সংকরণের কোন ভূমিকা রয়েছে কিনা, ব্যাখ্যা কর। ৪

৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ইমালসন হচ্ছে পরস্পর অমিশ্রণীয় দুটি তরল মিশ্রণ যেখানে একটি তরল (বিচ্ছুরিত দশা) অপর একটি তরলে (বিচ্ছুরণ মাধ্যম) সর্বত্র ছড়িয়ে থাকে।

খ 1924 সালে ফরাসী বিজ্ঞানী ডি. ব্রগলি মত প্রকাশ করেন যে, ইলেকট্রনের 'কণা' এবং 'তরঙ্গ' উভয় ধর্মই রয়েছে। তিনি m ভর ও u গতিবেগ বিশিষ্ট একটি ইলেকট্রনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ কে নিম্নরূপে প্রকাশ করেন–

$\lambda = \frac{h}{mu}$; এখানে, h = প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক। এ সমীকরণটি ডি. ব্রগলি সমীকরণ নামে পরিচিত।

গ PCl_5 এর বিয়োজনের সমীকরণ নিম্নরূপ:

$PCl_5(g) \rightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$

PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা α হলে আমরা জানি,

$$K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha}P = \frac{(0.025)^2}{1-0.025} \times 1.5 = \frac{6.25 \times 10^{-4} \times 1.5}{0.975}$$
$$= 9.6153 \times 10^{-4}\ \text{atm} = (9.6153 \times 10^{-4} \times 101.325 \times 10^3)\text{Pa} = 97.43\ \text{Pa}$$

এখানে, $\alpha = 2.5\%$ ⇒ $\alpha = \frac{2.5}{100}$ ∴ $\alpha = 0.025$; চাপ, P = 1.5 atm

আবার, $K_P = K_C(RT)^{\Delta n}$

$K_p = K_C(8.314 \times 473)$

$\Rightarrow 97.43 = K_C \times 3932.52\ L$

$\Rightarrow K_C = 0.0247\ \text{mol L}^{-1}$

$\therefore K_C = 0.0247\ \text{mol L}^{-1}$

এখানে, $K_C \neq K_P$ (দেখানো হলো)

এখানে, T = 200°C = 473 K; $R = 8.314\ \text{Jk}^{-1}\text{mol}^{-1}$; $\Delta n = 2 - 1 = 1$

ঘ PCl_5 এর গঠন;

$_{15}P \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$

$\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d^1$

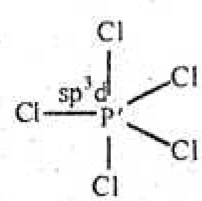
$\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3(sp^3d)^1 3(sp^3d)^1 3(sp^3d)^1 3(sp^3d)^1 3(sp^3d)^1$ (প্রতিটি Cl এর সাথে)

অতএব, PCl_5 যৌগটিতে ফসফরাস পরমাণুটি sp^3d সংকরিত। তাই sp^3d সংকরিত PCl_5 এর আকৃতি ত্রিভুজীয় দ্বিপিরামিডীয়।

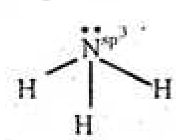
NH_3 এর গঠন: $_7N \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

$\rightarrow 1s^2 2(sp^3)^2 2(sp^3)^1 2(sp^3)^1 2(sp^3)^1$ (প্রতিটি H এর সাথে)

NH_3 যৌগের নাইট্রোজেন পরমাণু sp^3 সংকরিত এবং এর আকৃতি পিরামিডীয়



ত্রিভুজীয় দ্বিপিরামিডীয় (PCl_5)



পিরামিডীয় (NH_3)

PCl_5 ও NH_3 আকৃতির ভিন্নতার কারণ হলো এদের কেন্দ্রীয় পরমাণু P ও N-এর সংকরণের ভিন্নতা।

অতএব, PCl_5 ও NH_3 এর আকৃতি ভিন্ন ভিন্ন হওয়ার ক্ষেত্রে সংকরণের ভূমিকা আছে।

প্রশ্ন ▶ ৬৮

গ্রুপ→ / গ্রুপ→	1	15	16
১ম	A		
২য়		X	P
৩য়		Y	Q

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

ক. ভর ক্রিয়ার সূত্রটি লিখ। ১

খ. রাসায়নিক সাম্যাবস্থা একটি গতিশীল অবস্থা– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A_2P এবং A_2Q যৌগদ্বয়ের ভৌত অবস্থার ভিন্নতার কারণ– বিশ্লেষণ কর। ৩

ঘ. XA_4^+ ও A_2P এর অণুর আকৃতি একই কিনা? সংকরণের সাহায্যে বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

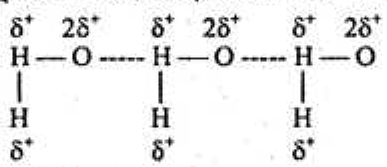
ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সাম্যবস্থায় যদিও বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহের পরিমাণ পরিবর্তিত হয় না তথাপি সম্মুখ বিক্রিয়া ও বিপরীত বিক্রিয়া সমগতিতে চলতে থাকে। এ অবস্থাকে সাম্যাবস্থার উভমুখী বিক্রিয়ায় গতিশীলতা বলে। সাম্প্রতিককালে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করে সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ার গতিশীলতা প্রমাণ করা হয়েছে। যেমন Ag^+ আয়নের দ্রবণে Fe(II) লবণের দ্রবণ যোগ করলে ধাতব Ag(s) এবং Fe^{+3} এর দ্রবণ তৈরি হয়ে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয়। এতে Ag(s) তেজস্ক্রিয় যোগ করলে দ্রবণে পুনরায় তেজস্ক্রিয় A_g^{*+} উপস্থিতি টের পাওয়া যায়। এ থেকে প্রমাণিত হয় সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হওয়ার পর ও উভমুখী বিক্রিয়া চলতে থাকে।

$$Ag^+ + Fe^{2+} \rightleftharpoons Ag(s)\downarrow + Fe^{3+}$$
$$Ag(s) + Fe^{3+}(aq) + A_g^*(s) \rightleftharpoons Ag^+ Fe^{2+}(aq) + Ag^+(aq)$$

গ 'A' মৌলটি 1নং গ্রুপের ১ম পর্যায়ে অবস্থিত সুতরাং 'A' মৌলটি হাইড্রোজেন (H)। আবার P ও Q মৌল দুটি যথাক্রমে 16 নং গ্রুপের ২য় ও ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত। সুতরাং P ও Q মৌলদ্বয় যথাক্রমে অক্সিজেন (O) ও সালফার (s)। সুতরাং, A_2P ও A_2Q যৌগদ্বয় যথাক্রমে H_2O ও H_2S. যৌগদ্বয়ের মধ্যে H_2O তরল হলেও H_2S গ্যাসীয়। নিম্নে ভৌত অবস্থার ভিন্নতার কারণ তুলে ধরা হলো–

H_2O তথা পানি একটি পোলার অণু। পোলার H_2O অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন উপস্থিত থাকায় পানির অনুসমূহের মধ্যকার আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায়। তাই সাধারণ তাপমাত্রায় পানি তরল।



চিত্র : পানির অনুসমূহের মধ্যকার H বন্ধন।

অপরদিকে H_2S অপোলার সমযোজী যৌগ। ফলে এতে কেবলমাত্র দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস আকর্ষণ শক্তি বিদ্যমান থাকে। তাই সাধারণ তাপমাত্রায় H_2S গ্যাস।

সুতরাং যৌগদ্বয়ের পোলারিটি ও বন্ধন শক্তির ভিন্নতার জন্যে যৌগদ্বয়ের ভৌত অবস্থা ভিন্ন অর্থাৎ পানি তরল ও হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাসীয়।

ঘ 'X' মৌলটি ২য় পর্যায়ের 15 নং গ্রুপে অবস্থিত। সুতরাং মৌলটি নাইট্রোজেন (N)। সুতরাং, XA_4^+ ও A_2P যৌগদ্বয় যথাক্রমে NH_4^+ (অ্যামোনিয়াম আয়ন) ও H_2O (পানি)। যৌগদ্বয়ের আকৃতি নিম্নে তুলে ধরা হলো–

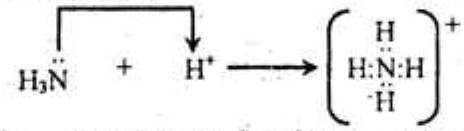
NH_4^+ : নাইট্রোজেন ইলেকট্রন বিন্যাস–

$$N(7) \longrightarrow 1s^2 2s^2 \underbrace{2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1}_{sp^3 \text{ সংকরণ}}$$

sp^3 সংকরণ প্রক্রিয়ায় সৃষ্ট সংকর অরবিটালগুলোকে $\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4$, দ্বারা চিহ্নিত করলে, নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস দাড়ায়–

$$N^*(7) \longrightarrow 1s^2 \psi_1^2, \psi_2^1, \psi_3^1, \psi_4^1$$

এখানে ψ_2, ψ_3, ψ_4 অরবিটালসমূহের প্রত্যেকটিতে একটি করে ইলেকট্রন থাকায় প্রত্যেক একটি করে H পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের সাথে মুখোমুখি অধিক্রমণ দ্বারা তিনটি N – H বন্ধন সৃষ্টি করে। এমতাবস্থায় NH_3 অণু সৃষ্টি হয় ও নাইট্রোজেন পরমাণুতে একটি মুক্তজোড় ইলেকট্রন (ψ_1^2) থেকে যায় যা একটি প্রোটনের সাথে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন গঠন করে।



যদিও তাত্ত্বিকভাবে এ বন্ধনটি একটি সন্নিবেশ বন্ধন তবুও অন্য তিনটি N – H বন্ধনের সাথে চতুর্থ N → H বন্ধনটির কোন পার্থক্য নেই কেননা সবগুলো অরবিটাল sp^3 সংকর অরবিটাল এবং বন্ধনগুলো হাইড্রোজেন পরমাণুর $1s^1$ এর সাথে গঠিত এবং বন্ধনগুলোর প্রতিটিতে 2টি করে ইলেকট্রন বিদ্যমান। এ কারণে NH_4^+ আয়নের গঠন পুরোপুরিভাবে চতুস্তলীয় এবং তাতে ∠HNH বন্ধন কোন 109.5° হয়।

H_2O : অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস–

$$O(8) \longrightarrow 1s^2 \underbrace{2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1}_{sp^3 \text{ সংকরণ}}$$

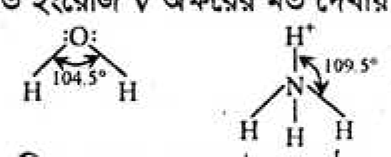
সংকরণের পর ইলেকট্রন বিন্যাস–

$$^*O(8) \longrightarrow 1s^2 2\psi_1^2\, \psi_2^2\, \psi_3^1\, \psi_4^1$$

দেখা যাচ্ছে ψ_3 ও ψ_4 এ একটি করে ইলেকট্রন আছে যা হাইড্রোজেন পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের সাথে অধিক্রমণ করে দুটি O – H বন্ধন তৈরি করে। অপর দুটি সংকর অরবিটাল দুটিতে দুটি নিঃসর্গ ইলেকট্রন যুগল থাকে যা বন্ধন ইলেকট্রনকে অধিক বিকর্ষণ করে কারণ VSEPR হতে আমরা জানি,

$l.p - l.p > l.p - b.p > b.p - b.p$ বিকর্ষণ।

ফলে, H_2O অণুতে বন্ধন কোণ 109° হতে কমে 104.5° হয় এবং পানির অণুর আকৃতি ইংরেজি V অক্ষরের মত দেখায়।



চিত্র : H_2O ও NH_4^+ এর গঠন।

সুতরাং H_2O ও NH_4^+ অনুর সংকরায়ন এক হওয়া সত্ত্বেও বন্ধন কোণ ও গঠনাকৃতি ভিন্ন হওয়ার কারণ শুধুমাত্র মুক্তজোড় ইলেকট্রনের উপস্থিতি।

প্রশ্ন ▶ ৬৯

মৌল	বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস
A	$3d^6 4s^2$
B	$3s^2 3p^5$
C	$3d^{10} 4s^1$
D	$3d^{10} 4s^2$

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

ক. প্রশমন তাপ কী? ১

খ. $HClO_4$ ও $HBrO_4$ এর মধ্যে কোনটি অধিকতর অম্লীয়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. AB_2 ও AB_3 এর মধ্যে কোনটির গলনাঙ্ক বেশি? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৩

ঘ. 'C' মৌলের একটি আয়নের যৌগ রঙিন হলেও 'D' মৌলের আয়নের যৌগ রঙিন হয় না– বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কক্ষ তাপমাত্রায় (25°C) এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় 1 mole পানি উৎপন্ন হতে যে পরিমাণ তাপ শক্তির উদ্ভব হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে।

খ $H\overset{+7}{Cl}O_4$ এবং $H\overset{+7}{Br}O_4$ এসিডের মধ্যে $HClO_4$ এর তীব্রতা বেশি। কারণ অক্সো এসিডসমূহের ক্ষেত্রে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যত বেশি হবে ঐ এসিডের তীব্রতা তত বেশি হয়। এখানে যৌগ দুটির ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু দুটির (Cl, Br) জারণ সংখ্যা সমান হওয়ায় তীব্রতা আকারের উপর নির্ভর করবে। আমরা জানি, Cl এর আকার Br এর চেয়ে ছোট। আকারে ছোট হওয়ায় ক্লোরিনে চার্জ ঘনত্ব বেশি হবে। আর কেন্দ্রীয় পরমাণুর ঘনত্ব বেশি হলে সেই যৌগের তীব্রতাও বেশি হয়। তাই এসিড দুটির তীব্রতা ক্রম হলো–

$HClO_4 > HBrO_4$।

গ A মৌলটি হচ্ছে Fe ও B মৌলটি হচ্ছে Cl. সুতরাং, AB_2 ও AB_3 যৌগদ্বয় যথাক্রমে $FeCl_2$ ও $FeCl_3$. যৌগদ্বয়ের মধ্যে $FeCl_2$ এর গলনাঙ্ক বেশি।

$FeCl_2$ ও $FeCl_3$ যৌগদ্বয়ে অ্যানায়ন একই এবং অ্যানয়নটি হচ্ছে Cl^-. যৌগদ্বয়ে ক্যাটায়ন দুটিও একই মৌলের কিন্তু তাদের জারণ অবস্থা ভিন্ন। $FeCl_2$ তে ক্যাটায়ন Fe^{2+} ও $FeCl_3$ তে ক্যাটায়ন Fe^{3+}.

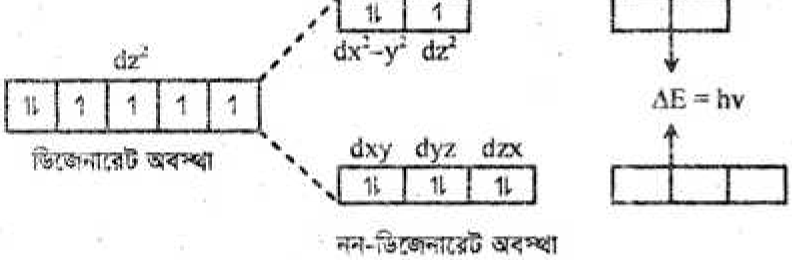
ফাজানের নিয়ম হতে আমরা জানি, পরিবর্তনশীল জারণ সংখ্যার ধাতব পরমাণু বিভিন্ন চার্জযুক্ত ক্যাটায়ন সৃষ্টি করলে কম চার্জ বিশিষ্ট ক্যাটায়নের পোলারায়ন ক্ষমতা কম হবে।

এখানে, Fe^{2+} ও Fe^{3+} এর মধ্যে Fe^{2+} এর চার্জ কম। সুতরাং, Fe^{2+} এর পোলারায়ন ক্ষমতা কম এবং আয়নিক ধর্ম Fe^{3+} অপেক্ষা বেশি। সুতরাং, Fe^{2+} এর লবণের গলনাঙ্ক বেশি হবে অর্থাৎ এক্ষেত্রে AB_2 অর্থাৎ $FeCl_2$ এর গলনাঙ্ক $FeCl_3$ অপেক্ষা বেশি হবে।

ঘ C ও D মৌলদ্বয় যথাক্রমে Cu ও Zn. Cu দুটি ও Zn একটি আয়ন তৈরি করে। আয়নগুলো হচ্ছে Cu^+, Cu^{2+} ও Zn^{2+}. এদের মধ্যে Cu^+ ও Zn^{2+} রঙিন যৌগ গঠন না করলেও Cu^{2+} রঙিন যৌগ গঠন করতে পারে। Cu^{2+} আয়নের সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস–

Cu^{2+} : $[Ar]^{18}$ [⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ↑]

মুক্ত একক Cu^{2+} আয়নে পাঁচটি d-অরবিটাল সম-শক্তিস্তরে থাকে। কিন্তু জটিল আয়ন গঠনকালে লিগ্যান্ডের অরবিটাল নিকটবর্তী হলে d-অরবিটালের মধ্যে শক্তির পার্থক্য সৃষ্টি হয়। একে নন-ডিজেনারেট অবস্থা বলা হয়। ফলে পাঁচটি d-অরবিটাল সামান্য পৃথক শক্তিসম্পন্ন (ΔE) হয়ে দুটি পৃথক শক্তিস্তরে বিন্যস্ত হয়।



চিত্র : লিগ্যান্ডের আগমনে d-অরবিটালের দুটি পৃথক স্তরে বিন্যস্তকরণ।

দুটি শক্তিস্তরের মধ্যকার পার্থক্যের সমান (ΔE) শক্তি বিজোড় d-ইলেকট্রন শোষণ করে এবং বাকি আলো আমাদের চোখে প্রতিফলিত হয়। সুতরাং, Cu^{2+} আয়ন রঙিন যৌগ গঠন করে।

আবার, Cu^+ ও Zn^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

Cu^+ : $[Ar]^{18}$ [⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅]

Zn^{2+} : $[Ar]^{18}$ [⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅]

∴ দেখা যায় যে, Cu^+ ও Zn^{2+} উভয় আয়নে d^{10} ইলেকট্রন বিন্যাস আছে তাই এদের d-অরবিটালের ইলেকট্রনগুলোর শক্তি শোষণ করে d-d স্থানান্তরিত হওয়ার কোন সুযোগ নেই। তাই এরা বর্ণহীন।

সুতরাং, বলা যায় যে, Cu^{2+} আয়ন রঙিন হলেও Cu^+ ও Zn^{2+} আয়নে d অরবিটাল পরিপূর্ণ থাকায় এরা বর্ণহীন হয় অর্থাৎ, C মৌলের অর্থাৎ, Cu এর একটি আয়নের যৌগ অর্থাৎ, Cu^{2+} এর যৌগ রঙিন হলেও Zn এর আয়নের যৌগ রঙিন হয় না।

প্রশ্ন ▶ ৭০

M = 2, 4 A = 2,5 B = 2,6 N = 2, 8, 4 C = 2, 8, 5 D = 2, 8, 7

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. ইলেকট্রন আসক্তি কী? ১

খ. বিশুদ্ধ পানির pH এর মান 7 হয় কেন? ২

গ. MD_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না কিন্তু ND_4 হয় কেন–ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. CD_5 গঠিত হলেও AD_5 হয় না কিন্তু A_2B_5 গঠিত হয়। বিশ্লেষণ কর। ৪

৭০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মোল বিচ্ছিন্ন পরমাণু প্রত্যেকে একটি করে এক মোল ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত হয়ে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন এক মোল একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে সেই মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলা হয়।

খ কোনো দ্রবণের pH এর মান নির্ভর করে ঐ দ্রবণে বিদ্যমান H^+ এবং OH^- আয়নের মোলার ঘনমাত্রার উপর। বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন $[H^+]$ এবং $[OH^-]$ এর ঘনমাত্রা প্রায় সমান হওয়ায় এর আয়নিক গুণফলের সমীকরণ দাঁড়ায়– $[H^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$

বা, $[H^+]\,[H^+] = 10^{-14}$

∴ $[H^+] = 10^{-7}$

এখন উভয়পাশে –log নিলে পাওয়া যায় $-\log\,[H^+] = -\log 10^{-7}$

বা, pH = 7

অর্থাৎ বিশুদ্ধ পানির pH = 7।

সুতরাং বলা যায়, বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন আয়নদ্বয়ের ঘনমাত্রা সমান হওয়ায় বিশুদ্ধ পানির pH হয় 7।

গ ২৯(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ A, B, C ও D মৌলগুলো যথাক্রমে নাইট্রোজেন (N), অক্সিজেন (O), ফসফরাস (P) ও ক্লোরিন (Cl).

PCl_5 গঠিত হলেও NCl_5 গঠিত হয় না।

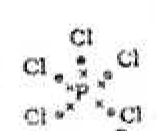
N ও P এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$N(7) \rightarrow 1s^2 2s^2$ [$2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$]

$P(15) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ [$3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$] $3d^0$

$P^*(15) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$ [$3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d_{xy}^1$]

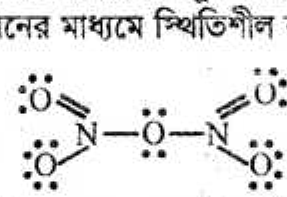
এবং $Cl(17) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^2$ [$3p_z^1$]



P এর চারদিকে 10টি ইলেকট্রন

কিন্তু P এর যোজ্যতা স্তরে খালি 3d অরবিটাল থাকায় এর $3s^2$ এর একটি ইলেকট্রন উদ্দীপিত অবস্থায় $3d_{xy}$ অরবিটালে উন্নীত হলে P এর যোজ্যতা স্তরে পাঁচটি বিজোড় ইলেকট্রন ($3s^1 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d_{xy}^1$) পাঁচটি Cl পরমাণুর সাথে PCl_5 গঠন করে। এরূপে P এর অষ্টক সম্প্রসারণ ঘটে। অপরদিকে, N এর যোজ্যতা স্তর যেমন ২য় শক্তিস্তরে d অরবিটাল থাকে না বলে এটি অষ্টক সম্প্রসারণ করতে পারে না। ফলে NCl_5 গঠন করতে পারে না।

আবার, NCl_5 গঠিত না হলেও N_2O_5 গঠিত হয়। কারণ দুটি নাইট্রোজেন ও পাঁচটি অক্সিজেন যুক্ত হওয়ায় মুক্তজোড় ইলেকট্রনগুলো π-বন্ধন ও অনুরননের মাধ্যমে স্থিতিশীল কাঠামো গঠিত হয়।



চিত্র: N_2O_5 এর লুইস গঠন

সুতরাং, NCl_5 গঠিত না হলেও PCl_5 এবং N_2O_5 গঠিত হয়।

প্রশ্ন ▶ ৭১

মৌল	বহিস্তরে উলেকট্রন বিন্যাস (n = 2)
P	ns^2np^2
Q	ns^2np^3
X	ns^2p^4

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. লা-শ্যাতেলীয় নীতি কী? ১

খ. O - অপেক্ষা N-এর আয়নিকরণ শক্তি বেশি কেন? ২

গ. H_2X এর সংকরণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. P ও Q এর হাইড্রাইড দুইটির গলনাংক ও স্ফুটনাংক ভিন্ন উক্তিটি বিশ্লেষণ করো। ৪

৭১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি একটি নিয়ামক (যেমন- তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা ও চাপ) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তন হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

খ নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$N(7) = 1s^2\,2s^2 2p_x^{\,1} 2p_y^{\,1} 2p_z^{\,1}$

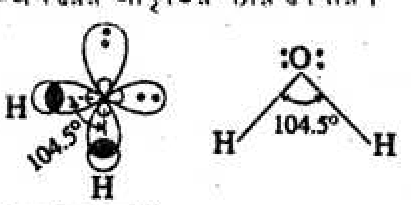
$O\,(8) = 1s^2\,2s^2\,2p_x^{\,2} 2p_y^{\,1}\,2p_z^{\,1}$

প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় নাইট্রোজেন পরমাণুর বহিঃস্তরে তিনটি অরবিটালে তিনটি ইলেকট্রন সুষমভাবে বিন্যস্ত। এই তিন অরবিটালে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব যেমন সমান তেমনি ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিকও একই। ফলে নাইট্রোজেন একটি সুস্থিত কাঠামো লাভ করে। ফলে নাইট্রোজেনের পরমাণু থেকে ইলেকট্রন সরানো কঠিন। কিন্তু অক্সিজেনের ক্ষেত্রে এ ধরনের সুস্থিত কাঠামো অর্জিত হয় না। তাই নাইট্রোজেনের আয়নীকরণ বিভব অক্সিজেন অপেক্ষা বেশি।

গ 'X' মৌলটি হচ্ছে অক্সিজেন (O)। সুতরাং, H_2X যৌগটি পানি (H_2O) নিম্নে পানির অণুর সংকরায়ন ব্যাখ্যা করা হলো–

পানির কেন্দ্রীয় পরমাণু অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস $O(8) = 1s^2\,2s^2\,2p_x^{\,2}\,2p_y^{\,1}\,2p_z^{\,1}$। অক্সিজেন পরমাণুর 2s ও 2p অরবিটালসমূহের sp^3 সংকরণ হয়। উৎপন্ন চারটি সংকর অরবিটাল একটি চতুস্তলকের শীর্ষবিন্দুর দিকে প্রসারিত থাকে। এ চতুস্তলকের কেন্দ্রে অক্সিজেন পরমাণুর অবস্থান। চারটি সংকর অরবিটালের যেমন $\Psi_1^{\,2}$, $\Psi_2^{\,2}$, $\Psi_3^{\,1}$, $\Psi_4^{\,1}$ এর দুটিতে নিঃসজ্জা ইলেকট্রনযুগল থাকে। এরা বন্ধন সৃষ্টিতে ব্যবহৃত হয়না। অপর দুটি অরবিটালে যেমন $\Psi_3^{\,1}$, $\Psi_4^{\,1}$-এ একটি করে ইলেকট্রন থাকে। এ অরবিটাল দুটি হাইড্রোজেন পরমাণুর 1s অরবিটালের সাথে অধিক্রমণ করে দুটি O–H বন্ধন সৃষ্টি করে; এভাবেই পানির অণু সৃষ্টি হয়।

অক্সিজেন পরমাণুর দুটি নিঃসজ্জা ইলেকট্রনযুগল পানি অণুর বন্ধন ইলেকট্রন যুগলকে অধিকতর বিকর্ষণ করে বলে বন্ধন কোণ ∠HOH এর মান আদর্শ চতুস্তলকের কোণের মাণ 109.5° থেকে কমে 104.5° হয়। যেহেতু পরীক্ষায় শুধুমাত্র নিউক্লিয়াসসমূহের অবস্থান ধরা পড়ে, সেহেতু পরমাণুর নিউক্লিয়াসসমূহের অবস্থান অনুসারে পানির অণুর আকার ইংরেজি V-অক্ষরের আকৃতির ন্যায় দেখায়।



H_2O অণুর গঠন ও বন্ধন কোণ

ঘ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৭২

মৌল	পারমাণবিক সংখ্যা
A	6
B	1

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. দ্রাব্যতা গুণফল কী? ১

খ. জাল টাকা শনাক্ত করণে UV রশ্মির ব্যবহার ব্যাখ্যা কর। ২

গ. AB_4 যৌগের আকৃতি ও বন্ধন কোণ সংকরণের মাধ্যমে দেখাও। ৩

ঘ. A_2B_4 যৌগে সিগমা ও পাই উভয় বন্ধন গঠিত হয়। বিশ্লেষণ কর। ৪

৭২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্য লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণে উৎপন্ন আয়নসমূহের গ্রাম প্রতিলিটার বা মোল প্রতিলিটার এককে ঘনমাত্রার গুণফলকে সংশ্লিষ্ট লবণের দ্রাব্যতার গুণফল বলে।

খ UV-রশ্মির মাধ্যমে খুব সহজেই জাল টাকা শনাক্ত করা যায়। কারণ, আসল টাকার মধ্যে একটি বিশেষ ধরনের নিরাপত্তা সুতা স্থাপন করা থাকে। এছাড়াও টাকার নির্দিষ্ট স্থানে জলছাপ দেওয়া থাকে যা খালি চোখে দেখা না গেলেও UV-রশ্মিতে পরিষ্কার আভা ছড়ায়। আসল নোটগুলোতে ফ্লোরেসেন্টের কালিতে কিছু বিশেষ লেখার উপর UV-রশ্মি পড়লে এ ফ্লোরেসেন্স উচ্চ UV-রশ্মি শোষণ করে দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে। কিন্তু জাল টাকায় এই ধরনের কোন জলছাপ না থাকায় এর উপর UV-রশ্মি ফেললে কোন নির্দিষ্ট রং এর বিকিরণ পাওয়া সম্ভব হয় না। এভাবেই UV-রশ্মি ব্যবহার করে সহজেই জাল টাকা সনাক্ত করা যায়।

গ A মৌল C

B মৌল H

∴ AB_4 হল CH_4

C এর ইলেকট্রন বিন্যাস

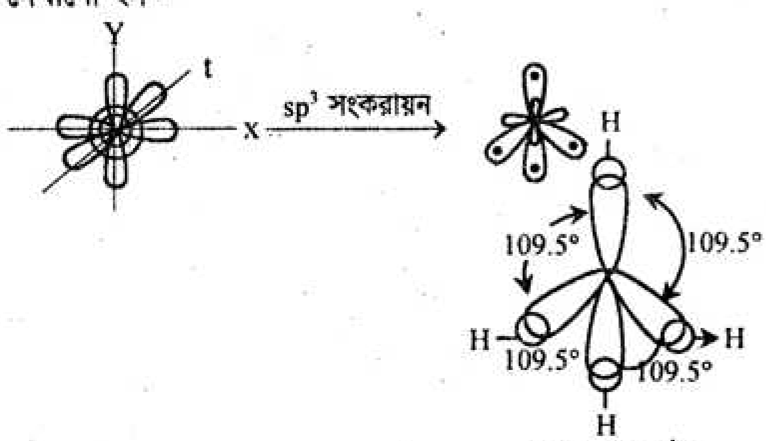
$C(6) \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^2$

বন্ধন গঠন ক্ষেত্রে C এর ইলেকট্রন বিন্যাস

$C(6) \longrightarrow 1s^2\,2s^1\,2p_x^{\,1}\,2p_y^{\,1}\,1p_z^{\,1}$

CH_4 যৌগে কার্বন sp^3 সংকরায়ন করে 2s একটি 3 2p তিনটি সংমিশ্রিত হয়ে সমশক্তি সম্পন্ন $2\Psi_1^{\,1}\,2\Psi_2^{\,1}\,2\Psi_3^{\,1}\,2\Psi_4^{\,1}$ তৈরী করে। পরবর্তীতে চারটি H_2 পরমাণু $1s^1$ অরবিটালসমূহের সাথে মুখোমুখি অধিক্রম করে CH_3 অণু সৃষ্টি করে।

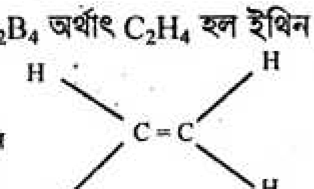
যেহেতু এখানে কোনো নিংসজ্ঞা ইলেকট্রন নেই তাই বন্টন কোন 109°28′। তাই CH_4 একটি সুষম চতুস্তলকীয় গঠন করে। নিচে গঠন দেখানো হল–



CH_4 এর গঠন

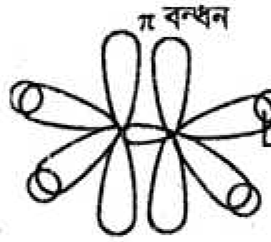
ঘ A_2B_4 অর্থাৎ C_2H_4 হল ইথিন

যার গঠন



এখানে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন বিদ্যমান। আমরা জানি দ্বিবন্ধন গঠিত হতে হলে 3 একটি π বন্ধন দরকার হয়। এখানে কার্বন পরমাণুর sp^2 সংকরায়ন হয় এবং একটি পিত্তর অরবিটাল থাকে যার সংকরায়ন ঘটে না। একটি কার্বনের হাইব্রিড দুটি অরবিটাল দুটি H পরাণুর 1s এর সাথে যুক্ত হয় এবং একটি কার্বন হাইব্রিড অরবিটাল এর সাথে যে

অসংকরিত অরবিটাল ছিল তা পরস্পর পরস্পরের পাশাপাশি π-বন্ধন তৈরী করে নিচে চিত্র দেয়া হলো–



ইথিন

প্রশ্ন ▶ ৭৩

	1	2	13	14	15	16
২য় পর্যায়	A	D	E	M	X	Y

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. স্টার্ক প্রভাব কী? ১

খ. সিগমা বন্ধন পাই বন্ধন হতে বেশি শক্তিশালী কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের মৌলসমূহের আকারের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের মৌলসমূহের আয়নিকরণ ক্রম পরিবর্তনের ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়। বিশ্লেষণ কর। ৪

৭৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আয়নগুলোর বর্ণালী তড়িৎক্ষেত্রের প্রভাবে আরও সূক্ষ্মভাবে বিভক্ত হয়ে পড়ে একে স্টার্ক প্রভাব বলে।

খ দুটি অরবিটালের সামনাসামনি অধিক্রমনের মাধ্যমে σ বন্ধন গঠিত হয়। অন্যদিকে সমান্তরাল p অরবিটালের পার্শ্ব অধিক্রমনের মাধ্যমে পাই বন্ধন গঠিত হয়। পাশাপাশি অধিক্রমনে সামনাসামনি অধিক্রমনের চেয়ে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব কম থাকে। তাই π-বন্ধন σ বন্ধনের চেয়ে দূর্বল।

গ প্রথম মৌলগুলো চিহ্নিত করে পাই,

1	2	13	14	15	16
H	He	Al	Si	P	S

এখানে মৌলগুলোকে দুটি ভাগে বিভক্ত করা যায়।

প্রথমত H & He প্রথম পর্যায়ের মৌল।

দ্বিতীয়ত, Al, Si, P & S তৃতীয় পর্যায়ের মৌল।

প্রথম পর্যায়ের মৌল থেকে তৃতীয় পর্যায়ের মৌলের কক্ষপথে সংখ্যা দুটি বেশি তাই প্রথম পর্যায়ের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ তথা আকার ছোট।

প্রথম পর্যায়ের মৌল H & He এর মধ্যে He এর প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যা বেশি তাই কক্ষপথের আকার ছোট হয় এদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বেশি থাকার জন্য।

তৃতীয় পর্যায়ের মৌলগুলোর প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যার ক্রম S>P>Si>Al এবং একই কারণে আকার এর ক্রম Al > Si > P > S

∴ সার্বিকভাবে আকার এর ক্রম হবে

Al > Si > P > S > H > He

ঘ প্রথম আয়নিকরণ শক্তির ক্ষেত্রে এখানে নিষ্ক্রিয় গ্যাস He এর আয়নিকরণ শক্তি সব থেকে বেশি কারণ এটি স্থিতিশীলতা লাভ করে। আর পর্যায় এর যত ডান দিকে যাওয়া হয় আয়নিকরণ শক্তি ততই বাড়ে কেননা এখানে নতুন করে শক্তিস্তর বাড়ে না কিন্তু নিউক্লিয়াস থেকে শক্তিস্তর এর দূরত্ব কমে। আর H_2 এর কক্ষপথ খুবই ছোট তাই এর আয়নিকরণ শক্তি এখানে উল্লিখিত অন্য সব মৌল থেকে বেশি অর্থাৎ He এর পরই H_2 এর অবস্থান।

আয়নিকরণ শক্তি যেহেতু আকার এর সাথে সম্পর্কিত অর্থাৎ আকার কমলে আয়নিকরণ শক্তি বাড়ে। তাই ক্রম হওয়া উচিত।

S > P > Si > Al

কিন্তু S & P এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হলে

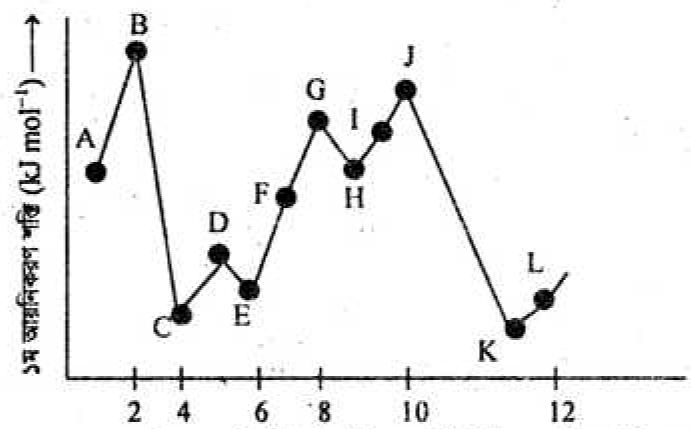
$S \longrightarrow [Ne]\ 3s^2\ 3p^4$

$P \longrightarrow [Ne]\ 3s^2\ 3p^3$

এখানে S এর থেকে P এর P অরবিটাল অধিক সুস্থিত কারণ এর P অরবিটাল অর্ধপূর্ণ। S এর থেকে P এর আয়নিকরণ শক্তি বেশি। ক্রমের ব্যাতিক্রম পরিলক্ষিত এবং এই ব্যতিক্রমী ক্রমটি হল

P > S > Si > Al

প্রশ্ন ▶ ৭৪



[শহীদ বীর বিক্রম রমিজউদ্দিন ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. দ্রাব্যতা কী? ১

খ. Na^+ গঠিত হলেও Na^{2+} গঠিত হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের F এর অক্সাইডের প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের C থেকে J মৌলের আয়নীকরণ শক্তির মানের ধারাবাহিকতার ক্ষেত্রে ব্যতিক্রমসমূহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রাবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ Na পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, ৩য় পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের পরমাণু অপেক্ষা বেশি হওয়ায়, Na এর প্রথম আয়নীকরণ শক্তি কম হয়। Na^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস Ne এর অনুরূপ হওয়ায় ইলেকট্রন বিন্যাসটি স্থিতিশীল হয়। Na^+ আয়নের ব্যাসার্ধ (0.095 nm) এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.157 nm অপেক্ষা কম। তাই Na^+ এর বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় ফলে Na^+ আয়নস্থ বহিঃস্থ কক্ষপথ হতে ইলেকট্রন অপসারণে প্রচুর শক্তির (4562 kJ/mol) প্রয়োজন হয় বিধায় Na^+ হতে আরও একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে Na^{2+} গঠন সম্ভবপর নয়।

গ ১০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৫

মৌল	সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস
A	ns^2np^3
B	ns^2np^4

n = 2। A ও B উভয়েই H_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রাইড গঠন করে। *[শহীদ বীর বিক্রম রমিজউদ্দিন ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]*

ক. বটুলিজম কী? ১

খ. HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপ $-68.6\ kJmol^{-1}$ কেন? ২

গ. AH_3 যৌগে বিদ্যমান গঠন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩

ঘ. A ও B এর হাইড্রাইডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরণ প্রক্রিয়া একই হওয়া সত্ত্বেও তাদের আকৃতি ভিন্ন বিশ্লেষণ কর। ৪

৭৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক খাদ্যবস্তু ক্যানিং ঠিকমত না হলে ঐ খাদ্যবস্তুতে ব্যাকটেরিয়া জন্মে এবং এদের থেকে নিঃসৃত বিষাক্ত উৎসেচক বা টক্সিন খাদ্যবস্তুকে পয়জনিং করে, এ অবস্থাকে বটুলিজম বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় এর ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ১৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৬ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

মৌল	বহিস্থঃ কক্ষপথের ইলেকট্রন বিন্যাস
A	ns^2np^2
B	ns^2np^3
C	ns^2np^4
D	$(n+1)s^2(n+1)p^2$

[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কী? ১

খ. NaOH ও HF এর বিক্রিয়ায় প্রশমন তাপ স্থির নয় কেন? ২

গ. B ও C মৌলের হাইড্রাইড যৌগের কোণ ভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. A ও D মৌলের ক্লোরাইড যৌগের পানিতে দ্রবণীয়তা বিশ্লেষণ কর। ৪

৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সুষম খাবারকে মানসম্মতভাবে বৈজ্ঞানিক উপায়ে সংরক্ষণ করে মানবজাতির খাদ্যের চাহিদার যোগান দেওয়াকে খাদ্য নিরাপত্তা বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ৩২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৭৭ জটিল আয়নটি লক্ষ কর:

$[X(NH_3)_4]^{2+}$ X মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা = 29

[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ভর ক্রিয়া সূত্র কী? ১

খ. গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের জটিল আয়নটি কী সংকরণে গঠিত হয় ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের X মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 30 হলে পূর্বের যৌগের সহিত চুম্বক ধর্ম তুলনা কর। ৪

৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর

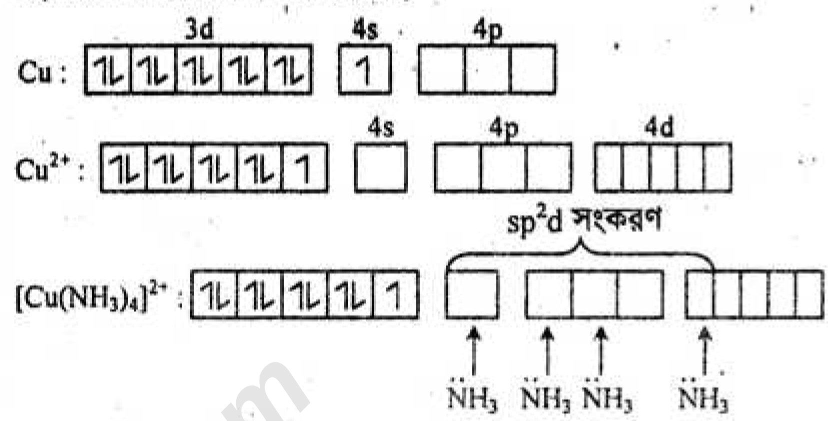
ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা তথা NaOH ব্যবহার করা হয় না, কারণ গ্লাসের প্রধান উপাদান হলো SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

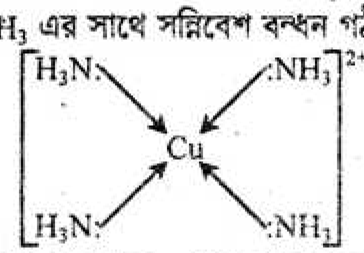
$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$

ফলে গ্লাস ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না।

গ উদ্দীপকে X মৌলটি Cu (কপার)। $[X(NH_3)_4]^{2+}$ জটিল আয়নটির সংকরায়ন নিম্নে বর্ণনা করা হলো :

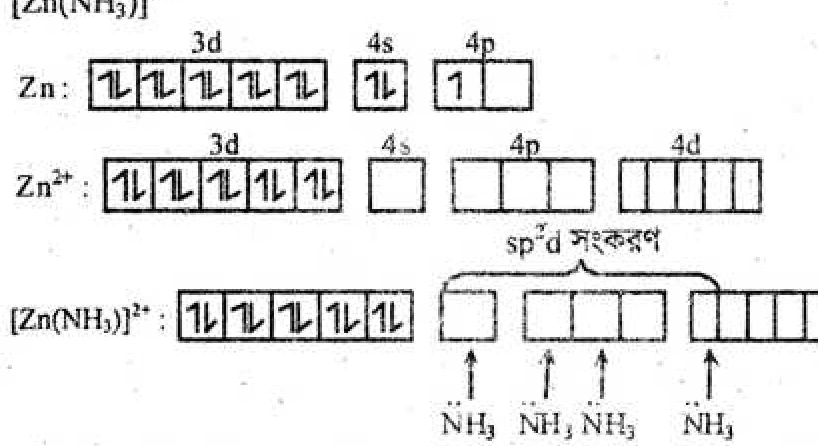


Cu^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^94s^0$। লিগ্যান্ড NH_3 এর প্রভাবে Cu^{2+} এর ফাঁকা 4s, 4p ও 4d অরবিটালের মধ্যে sp^2d সংকরায়ন হয় এবং চারটি লিগ্যান্ড NH_3 এর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে।



$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ এর সংকরায়ন sp^2d হওয়ায় আকৃতি হবে সমতলীয় বর্গাকার।

ঘ X মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 30 হলে গঠিত জটিল আয়নটি হবে $[Zn(NH_3)]^{2+}$



$[Zn(NH_3)]^{2+}$ জটিল আয়নটিতে কোন অযুগ্ম ইলেকট্রন না থাকায় এটি ডায়াচৌম্বকত্ব প্রদর্শন করবে। অর্থাৎ অন্য কোন চৌম্বক পদার্থ এর কাছে নিয়ে আসলে এটি বিকর্ষণ করবে।

'গ' থেকে প্রাপ্ত $[Cu(NH_3)]^{2+}$ জটিল আয়নটিতে একটি অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকায় এটি প্যারা চৌম্বকত্ব প্রদর্শন করবে। অর্থাৎ অন্য কোন চৌম্বক পদার্থ এর নিকটে আনলে এটি আকর্ষণ করবে।

প্রশ্ন ▶ ৭৮

গ্রুপ → / ↓ পর্যায়	14	15	17
2	A	X	
3	B	C	D

[সরকারি বঙ্গবন্ধু কলেজ, ঢাকা]

ক. R_f কি? ১

খ. $BeCl_2$ অণুর আকৃতি সরল রৈখিক কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A ও B মৌলের অক্সাইডের ভৌত অবস্থা ভিন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. CD_5 যৌগে কোন ধরনের সংকরণ ঘটে এবং অণুর গঠন কিরূপ? ব্যাখ্যা কর। ৪

৭৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেপার ক্রোমাটোগ্রাফীতে উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাতকে R_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

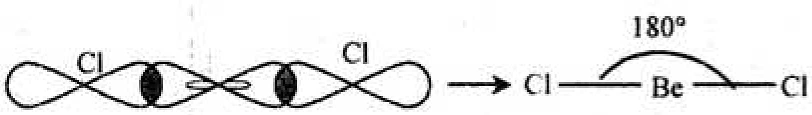
খ বেরিলিয়াম ক্লোরাইডের Be পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো–

স্বাভাবিক অবস্থায় $Be(4) \longrightarrow 1s^2\,2s^2$

উত্তেজিত অবস্থায় $Be^*(4) \longrightarrow 1s^2\,2s^1\,2p_x^1$

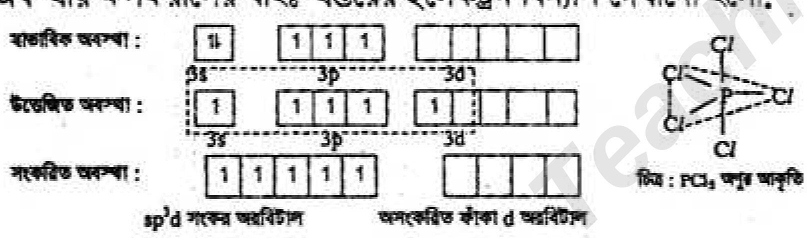
$Cl(17) = 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p_x^2\,3p_y^2\,3p_z^1$

এখানে, দুটি অযুগ্ম ইলেকট্রন বিদ্যমান এবং এদের সাথে ক্লোরিনের একটি করে $3p_z^1$ অরবিটালের সাথে অধঃক্রমণ প্রক্রিয়ায় দুটি Be–Cl বন্ধন সৃষ্টি হয়। ফলে $BeCl_2$ অণু গঠিত হয়। এক্ষেত্রে sp সংকরণ হওয়ায় $\angle ClBeCl = 180°$ হয়। অর্থাৎ $BeCl_2$ অণুর গঠনাকৃতি সরলরৈখিক।

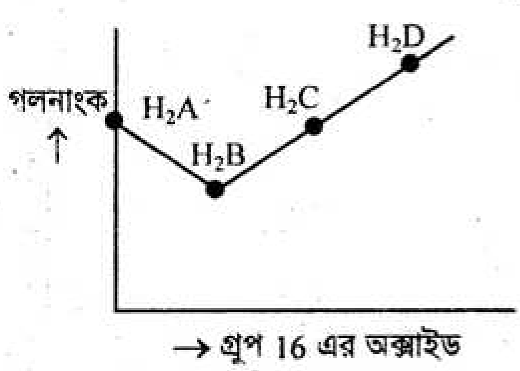


গ ১৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের CD_5 যৌগটি PCl_5। PCl_5 যৌগে dsp^3 সংকরণ ঘটে। স্বাভাবিক অবস্থায় ফসফরাস এর 3s উপস্তরে 2টি এবং 3p উপস্তরে 3টি ইলেকট্রন থাকে। উত্তেজিত অবস্থায় 3s শক্তিস্তরের একটি ইলেকট্রন ফাঁকা 3d অরবিটালে উন্নীত হয়। এ পাঁচটি হাইব্রিড অরবিটাল PCl_5 কে ত্রিকোণীয় দ্বি-পিরামিড আকৃতি প্রদান করে। নিচে বিভিন্ন অবস্থায় ফসফরাসের বহিঃস্থস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হলো:



প্রশ্ন ▶ ৭৯



[সরকারি বঙ্গবন্ধু কলেজ, ঢাকা]

ক. কোয়াগুলেশন কি? ১

খ. K_c এর মান শূন্য বা অসীম হয় না কেন? ২

গ. H_2A যৌগের স্ফুটনাংক H_2B অপেক্ষা বেশি কেন? ৩

ঘ. গ্রুপ 16 মৌলের হাইড্রাইডের স্ফুটনাংকের ভিন্নতার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

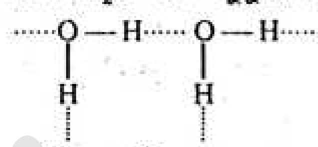
ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C]\,[D]}{[A]\,[B]}$

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C]\,[D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A]\,[B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ H_2A ও H_2B যৌগ দুটি হলো H_2O ও H_2S

H_2O এর অণুতে H পরমাণু উচ্চ তড়িৎ ঋণাত্মকতাবিশিষ্ট মৌলO এর সাথে যুক্ত। ফলে পাশাপাশি H_2O এর অণুগুলো H-বন্ধন গঠন করে।



চিত্র: পানির H-বন্ধন

তাই পানি কক্ষতাপমাত্রায় তরল।

H_2S অণুতে H পরমাণু কম তড়িৎঋণাত্মকতা বিশিষ্ট মৌল S এর সাথে যুক্ত। তাই H_2S অণু H-বন্ধন গঠনে সমর্থ নয়।

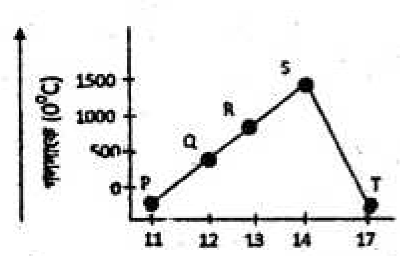
তাই H_2S কক্ষ তাপমাত্রায় গ্যাসীয়। এজন্য H_2O যৌগের স্ফুটনাঙ্ক H_2S থেকে বেশি।

ঘ গ্রুপ- 16 মৌলের হাইড্রাইডগুলো হলো H_2O, H_2S, H_2Se, H_2Te। শুধুমাত্র H_2O যৌগে H পরমাণু উচ্চ তড়িৎ ঋণাত্মকতা বিশিষ্ট মৌল O এর সাথে যুক্ত। তাই পাশাপাশি H_2O অণুতে H-বন্ধন বিদ্যমান। H-বন্ধন বিদ্যমান থাকার কারণে H_2O এর গলণাঙ্ক অন্যান্য যৌগগুলো থেকে বেশি। H_2O বাদে অন্যান্য যৌগের ক্ষেত্রে এদের আনবিক ভর বৃদ্ধির সাথে সাথে স্ফুটনাঙ্ক রৈখিকভাবে বৃদ্ধি পায়।

সুতরাং এদের স্ফুটনাঙ্কের ক্রম হবে,

$H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S$

প্রশ্ন ▶ ৮০



[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. সন্নিবেশ বন্ধন কি? ১

খ. নাইট্রোজেনের চেয়ে অক্সিজেনের ১ম আয়নিকরণ শক্তি কম কেন? ২

গ. PT ও RT_3 যৌগের মধ্যে কোনটি অধিক সমযোজী প্রকৃতির বর্ণনা দাও। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত P, Q, R ও S মৌলসমূহের গলনাংকের পরিবর্তন বিশ্লেষণ কর। ২

৮০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি পরমাণুর সমযোজী বন্ধন সৃষ্টির সময় প্রয়োজনীয় ইলেকট্রন যুগল যদি কেবল একটি পরমাণু সরবরাহ করে ও অপর পরমাণু তা সমভাবে শেয়ার করে তবে তাদের বন্ধনকে সন্নিবেশ বন্ধন বলে।

খ N ও O এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো:

$N(7) = 1s^2 2s^2 2p^3$

$O(8) = 1s^2 2s^2 2p^4$

একই পর্যায়ে নাইট্রোজেন অপেক্ষা অক্সিজেনের কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জ বেশি থাকায় এর আকার ছোট হয় তাই অক্সিজেনের আয়নীকরণ বিভব বেশি হওয়ার কথা। কিন্তু উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, N-এর 2p অরবিটাল অর্ধপূর্ণ। আমরা জানি যে, অর্ধপূর্ণ ও পূর্ণ অরবিটালগুলো স্থিতিশীল প্রকৃতির হয়। তাই N-এর সর্ববহিঃস্থস্তর থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হলে এই স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস ভাঙতে হয়। অপরদিকে O-এর ক্ষেত্রে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হলে এরূপ কোনো স্থিতিশীলতা ভাঙতে হয় না। তাই N এর ১ম আয়নীকরণ বিভব O এর ১ম আয়নীকরণ বিভবের চেয়ে বেশি হয়।

গ উদ্দীপকের P, Q, R, S, T মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 11, 12, 13, 14, 17। সুতরাং, মৌলগুলো হলো যথাক্রমে Na, Mg, Al, Si, Cl। সুতরাং PT যৌগটি হলো NaCl ও RT_3 যৌগটি হলো $AlCl_3$। দুটি যৌগই আয়নিক।

আয়নিক যৌগে ক্যাটায়ন দ্বারা অ্যানায়নের যত বেশি পোলারায়ন হবে, যৌগটি তত বেশি সমযোজী বৈশিষ্ট্য দেখাবে। ফাজানের পোলারায়ন নিয়ম মতে, পোলারায়ন কয়েকটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

– ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের চার্জের পরিমাণ যত বেশি হয়

– ক্যাটায়নের আকার যত ছোট হয় এবং অ্যানায়নের আকার যত বড় হয়।

NaCl এ ক্যাটায়ন Na^+ ও অ্যানায়ন Cl^- বিদ্যমান। $AlCl_3$ এ ক্যাটায়ন Al^{3+} ও অ্যানায়ন Cl^{-1}। উভয় ক্ষেত্রেই অ্যানায়ন Cl^{-1} তাই সমযোজী বৈশিষ্ট্য নির্ভর করবে ক্যাটায়নের উপর। Na^+ অপেক্ষা Al^{3+} এর চার্জের পরিমাণ বেশি।

আবার, Na^+ ও Al^{3+} এর মধ্যে Al এর নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা বেশি, তাই ইলেকট্রনের সাথে আকর্ষণ ও বেশি। এজন্য Al^{3+} এর আকার Na^+ অপেক্ষা ছোট। সুতরাং

NaCl ও $AlCl_3$ এর মধ্যে $AlCl_3$ বেশি সমযোজী বৈশিষ্ট্য দেখায়।

ঘ উদ্দীপকের মৌলগুলো সবাই তৃতীয় পর্যায়ের মৌল।

মৌলের ভৌত ধর্ম গলনাংক-স্ফুটনাঙ্ক পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়। একটি পর্যায়ে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি সজ্ঞে সজ্ঞে বাম থেকে ডানে মৌলের গলনাংক প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে পর্যায়ের মাঝে সর্বোচ্চ হয়। পরে আবার হ্রাস পেতে থাকে ও নিষ্ক্রিয় গ্যাসে এসে তা সর্বনিম্ন মানে পৌছায়।

উদ্দীপকের পর্যায়ে প্রথম দিকে আছে Na, Mg। এরা ধাতু। এরা বহিঃস্তরের সঞ্চরণশীল ইলেকট্রনের সাহায্যে স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল দ্বারা আকৃষ্ট হওয়ায় ধাতুসমূহ দৃঢ় সংবদ্ধ স্ফটিক কাঠামো গঠন করে। তাই উচ্চ ল্যাটিস এনথালপি অতিক্রম করে গলাতে হয় বলে Na, Mg এর গলনাংক উচ্চ ও Mg এর গলনাঙ্ক প্রায় 500°C।

আবার, পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে নিউক্লিয়ার চার্জ বৃদ্ধি পায় বলে ধাতব স্ফটিকের কাঠামো ক্রমান্বয়ে দৃঢ়তর হয়। এ কারণে পর্যায়ের বাম থেকে ডানে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে Al ও Si এর গলনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়, Al এর প্রায় 1000°C ও Si এর প্রায় 1500°C।

আবার, অধাতুর ক্ষেত্রে অনুসমূহ দুর্বল ভ্যান্ডারওয়াল বল দ্বারা যুক্ত থাকে। ফলে এদের গলাতে শুধু এই দুর্বল ভ্যান্ডারওয়ালস বলকে ভাঙতে হয়। যেহেতু পর্যায়ের ডানদিকের মৌলগুলো অধাতু তাই এদের গলণাঙ্ক কম। এজন্য Cl এর গলণাঙ্ক Si এর গলণাঙ্ক থেকে অপেক্ষাকৃত কম।

প্রশ্ন ▶ ৮১ মৌলের বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনের বিন্যাস–

$B \longrightarrow ns^2np^4$

$C \longrightarrow (n+1)s^2(n+1)p^4$ যেখানে $n = 2$

[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. দ্রাব্যতা কি? ১

খ. HF দুর্বল এসিড কিন্তু HCl তীব্র কেন? ২

গ. B দ্বারা গঠিত হাইড্রাইড যৌগের বন্ধন প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. B ও C দ্বারা গঠিত হাইড্রাইড যৌগদ্বয়ের ভৌত অবস্থা-ভিন্ন বিশ্লেষণ কর। ৪

৮১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

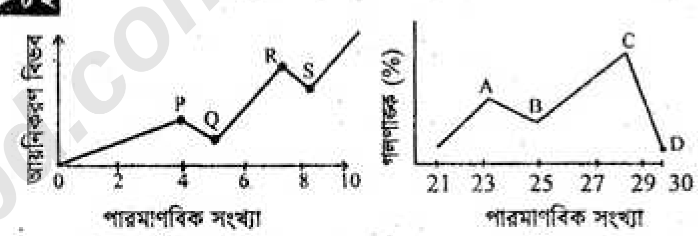
খ যে সব এসিডের বিয়োজন ধ্রুবকের (K_a) মান বেশি, সেগুলোকে তীব্র এসিড বলা হয়। HCl এর K_a এর মান বেশি এবং এটি একটি তীব্র এসিড। জলীয় দ্রবণে HCl প্রায় সম্পূর্ণভাবে বিয়োজিত হয়। হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে হাইড্রোজেন পরমাণু সহজেই বিচ্ছিন্ন হয়ে যায় $(H^{\delta+} - Cl^{\delta-})$।

সমযোজী HCl অণুতে কিছুটা আয়নীয় চরিত্রের সৃষ্টি হয়। HF এর K_a এর মান অনেক কম। জলীয় দ্রবণে HF এর বিয়োজনে সৃষ্ট H_3O^+ বা H^+) এবং F^- আয়ন মুক্ত ভাবে বিচরণ করে না, বরং তারা আয়ন যুগল হিসেবে থাকে। $H_2O + HF \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$।

গ ১২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৮২



চিত্র-১ চিত্র-২

[নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ, নরসিংদী]

ক. প্রশমন তাপ কি? ১

খ. H এর ১টি মাত্র ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও একাধিক বর্ণালী সৃষ্টি হয় কেন? ২

গ. চিত্র-১ এ P থেকে Q/R থেকে S এ আয়নিকরণ বিভব কম কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. চিত্র-২ এর আলোকে, A, B, C ও D এর অবস্থানের ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

৮২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কক্ষ তাপমাত্রায় (25°C) এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় 1 mole পানি উৎপন্ন হতে যে পরিমাণ তাপ শক্তির উদ্ভব হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে।

খ হাইড্রোজেন পরমাণুতে 1টি মাত্র ইলেকট্রন বিদ্যমান যা স্বাভাবিক অবস্থায় কম শক্তি সম্পন্ন স্তরে অবস্থান করে। বিশুদ্ধ H_2 গ্যাসকে শক্তি প্রদান করা হলে ঐ ইলেকট্রন শক্তি অর্জন করে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন স্তরে গমন করে। আবার শক্তি বিকিরণ করে উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্নে বিভিন্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসতে পারে। এক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ বিভিন্ন হওয়ায় বর্ণালীতে অনেকগুলো রেখার উদ্ভব হয়।

তাই হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও এর পারমাণবিক বর্ণালীতে একাধিক রেখা দেখা যায়।

গ পর্যায় সারণির কোনো পর্যায়ে বাম থেকে ডান দিকে যত অগ্রসর হওয়া যায়, পরমাণুর আকার তত ছোট হতে থাকে বলে ইলেকট্রন অপসারণ কষ্টকর হয়। তাই আয়নিকরণ বিভবের মান বৃদ্ধি পেতে থাকে। কিন্তু কখনও কখনও এর ব্যতিক্রম ঘটে। চিত্র-১ এ P থেকে Q অর্থাৎ Be থেকে B এর ক্ষেত্রে Be এর আয়নিকরণ বিভব B এর চেয়ে বেশি কারণ–

${}_4Be \longrightarrow 1s^2\,2s^2$

${}_5B \longrightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^1$

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় Be এর বহিঃস্তরের ইলেকট্রন যুগলায়িত অবস্থায় থাকে, তাই এর বহিঃস্তর থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করতে শক্তি লাগে বেশি। আবার B এর বহিঃস্তরে ১টি অযুগল ইলেকট্রন থাকে বলে এ ইলেকট্রন অপসারণ সহজ। তাই B এর আয়নিকরণ বিভব নিম্ন। এ কারণে P থেকে Q এ আয়নিকরণ বিভব কমে যায়।

একইভাবে R থেকে S অর্থাৎ N থেকে O এর ক্ষেত্রে N এর আয়নিকরণ বিভব O এর চেয়ে বেশি। কারণ—

$_7N \longrightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^1_x\,2p_y{}^1\,2p_z{}^1$

$_8O \longrightarrow 1s^2\,2s^2\,2p_x{}^2\,2p_y{}^1\,2p_z{}^1$

N পরমাণুর বহিস্তরে তিনটি অরবিটালে তিনটি ইলেকট্রন সুষমভাবে বিন্যস্ত। এ তিন অরবিটালে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব যেমন সমান তেমনি ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিকও একই। ফলে এর কাঠামো সুস্থিত। কিন্তু O এর তা নয়। তাই N পরমাণু থেকে ইলেকট্রন সরানো কঠিন। এজন্য N এর আয়নীকরণ বিভব O এর চেয়ে বেশি।

ঘ ২২ (ঘ) নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶৮৩ নিচের ছকটি লক্ষ কর:

শ্রেণি→ / পর্যায়↓	1	14	15	16
2	A	B	C	D
3			E	F

[নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ, নরসিংদী]

ক. সবুজ রসায়ন কি? ১

খ. সক্রিয়ণ শক্তি বলতে কি বুঝ? ২

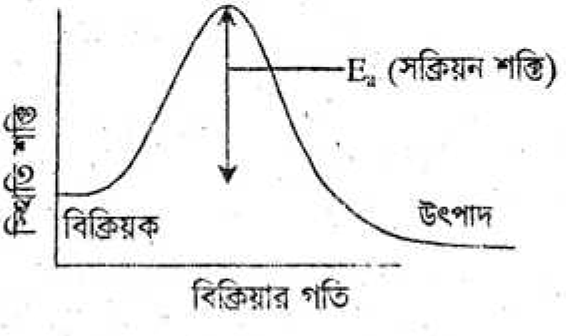
গ. উদ্দীপকের B এর সাথে A এর যে সংকরণ ঘটে তার যে কোন একটি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. B, C ও D মৌল তিনটির সাথে পৃথকভাবে উদ্দীপকের N কে যুক্ত করলে যে যৌগ তিনটি তৈরি হয় সেগুলো একই সংকরণের মাধ্যমে গঠিত হলেও বন্ধনকোণ ও আকৃতি ভিন্ন ভিন্ন বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৩ নং প্রশ্নের উত্তর

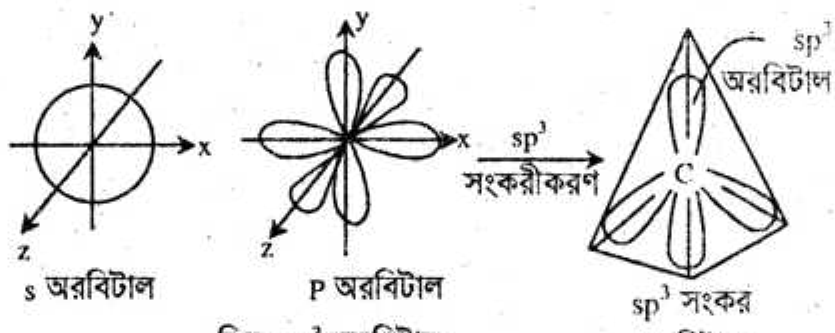
ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া বিক্রিয়াসমূহের উৎপাদে পরিণত হওয়ার জন্য যে ন্যূনতম গড়শক্তি লাভ করতে হয় সেই শক্তিতে সক্রিয়ন শক্তি বলে। সংঘর্ষ তত্ত্ব অনুসারে যে সব অণু সংঘর্ষের ফলে নির্দিষ্ট সক্রিয়ন শক্তি লাভ করতে পারবে কেবল তারাই উৎপাদে পরিণত হতে পারবে এবং বাকীরা উৎপাদ গঠন করতে পারবে না।



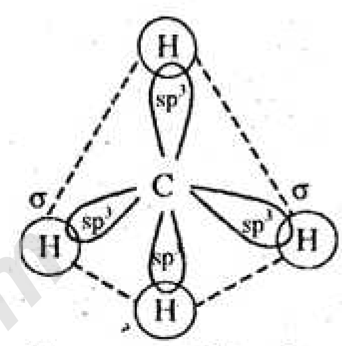
গ উদ্দীপকের গ্রুপ 14 ও ২য় পর্যায়ধারী B মৌলটি আসলে কার্বন (C)। C পরমাণু H এর সাথে sp^3 সংকরণের মাধ্যমে CH_4 তৈরি করে। কোনো পরমাণুর যোজ্যতাস্তরের একটি বর্তুলাকার S এবং তিনটি ডাম্বেল আকৃতির p অরবিটাল মিলিত হয়ে 4টি সমমানের চতুস্থলকীয় আকৃতির অরবিটাল উৎপন্ন হলে তাকে sp^3 সংকরণ বলে।

$_6C \rightarrow 1s^2\,2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$



চিত্র: sp^3 অরবিটাল

CH_4 অণুতে কার্বনের চারটি sp^3 সংকর অরবিটালের সঙ্গে চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুর s অরবিটাল অধিক্রমণ করে চারটি C–H সিগমা বন্ধন গঠন করে।



চিত্র: CH_4 অরবিটাল চিত্র।

sp^3 সংকর অরবিটাল চতুস্তলকীয়। তাই CH_4 অণুও চতুস্তলকীয়। এর H–C–H বন্ধন কোণের পরিমাণ 109° 28′ এবং C – H বন্ধন দৈর্ঘ্য 0.104 nm.

ঘ ২৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶৮৪ A, B, C মৌল তিনটির পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে a, a + 1, a + 2, A মৌলটির যোজনী শেলের কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট, n = 3, $l = 0,\ m = 0,\ s = +\frac{1}{2}$। *[বি এ এফ শাহীন কলেজ, গাহাড়কাঞ্চনপুর]*

ক. অবস্থান্তর মৌল কি? ১

খ. ফ্লোরিনে ইলেকট্রন আসক্তি ক্লোরিনের চেয়ে কম কেন? ২

গ. উদ্দীপকে A, B, C মৌলগুলোর অক্সাইডের প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. ACl, BCl_2 ও CCl_3 যৌগগুলোর গলনাংকের নিম্নক্রম বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d–অরবিটাল আংশিক ভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ তড়িৎ ঋণাত্মকতা একটি পর্যায়ভিত্তিক ধর্ম। কোনো মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা পরমাণুর আকার হ্রাসের সাথে এবং নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়। ফ্লোরিন পরমাণুর আকার ক্লোরিন পরমাণুর আকারের চেয়ে ছোট হওয়ায় ফ্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা (পাউলিং স্কেল অনুসারে 4.0) ক্লোরিনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার (পাউলিং স্কেল অনুসারে 3.0) চেয়ে বেশি হয়। কারণ পরমাণুর আকার যতো ছোট হয়, নিউক্লিয়াস দ্বারা পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ ততো বেশি তীব্রভাবে আকর্ষিত হয় এবং এর ফলে তড়িৎ ঋণাত্মকতার মানও বেশি হয়।

গ ৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ উদ্দীপকের মৌল তিনটি হলো সোডিয়াম (Na), ম্যাগনেসিয়াম (Mg) ও অ্যালুমিনিয়াম (Al)। সুতরাং এদের ক্লোরাইডগুলো হলো: NaCl, $MgCl_2$ ও $AlCl_3$।

এখানে যৌগ তিনটির মধ্যে অ্যানায়ন একই, কিন্তু ক্যাটায়ন ভিন্ন। ক্যাটায়ন তিনটির আকারের ক্রম হলো $Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$। আবার এদের চার্জ ঘনত্বের ক্রম হলো $Na^+ > Mg^{2+} > Al^{3+}$। সুতরাং দেখা যায় যে, সোডিয়াম থেকে অ্যালুমিনিয়ামের দিকে ক্যাটায়ন সমূহের আকার কমতে থাকে এবং চার্জ ঘনত্ব বাড়তে থাকে। ফাযানের নীতি হতে আমরা জানি, ক্যাটায়নের আকার যত ছোট হয় ও চার্জ ঘনত্ব যত বেশি হয় পোলারায়ন তত বেশি হয়। আবার যে যৌগের পোলারায়ন বেশি হয় সেই যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্যও বেশি হয়। ফলে ঐ যৌগের গলণাঙ্ক কম হয়। সুতরাং NaCl, $MgCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে $AlCl_3$ এর পোলারায়ন বেশি হওয়ায় এর সমযোজী বৈশিষ্ট্য অধিক ও গলণাঙ্ক কম। সুতরাং গলণাঙ্কের নিম্নক্রম হলো :

$NaCl > MgCl_2 > AlCl_3$।

প্রশ্ন ▶৮৫ A^{2+} ও B^{2+} আয়ন দুইটি সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে $3d^9$ ও $3d^{10}$ *[বি এ এফ শাহীন কলেজ, পাহাড়কাঞ্চনপুর, টাঙ্গাইল]*

ক. দ্রাব্যতা কি? ১

খ. $A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$ এই বিক্রিয়ার জন্য K_p ও K_c এর সম্পর্ক লেখ। ২

গ. $[A(NH_3)_4]^{2+}$ এর গঠন প্রক্রিয়া আলোচনা কর। ৩

ঘ. $[A(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নটি রঙিন হলেও $[B(NH_3)_4]^{2+}$ বর্ণহীন ব্যাখ্যা কর। ৪

৮৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ বিক্রিয়াটি হলো

$A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$

Δn = উৎপাদের মোট মোল সংখ্যা-বিক্রিয়কের মোট মোল সংখ্যা

$= 2 - 4 = -2$

আমরা জানি, $K_p = K_c (RT)^{\Delta n} = K_c(RT)^{-2}$

$\therefore K_p = K_c(RT)^{-2}$

গ ৭৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶৮৬

মৌল	বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস
A	ns^2np^4
B	$(n+1)s^2 (n+1) p^4$
	যেখানে, n = 2

[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]

ক. মোলারিটি কী? ১

খ. AgF পানিতে দ্রবণীয় হলেও AgCl পানিতে অদ্রবণীয় কেন? ২

গ. A মৌল দ্বারা গঠিত হাইড্রাইড যৌগটির বন্ধন প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A ও B দ্বারা সঠিক হাইড্রাইড যৌগদ্বয়ের ভৌত অবস্থা ভিন্ন বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর বা মোল সংখ্যাকে ঐ দ্রবণে দ্রবটির মোলারিটি বলা হয়।

খ সিলভার হ্যালাইডসমূহের ক্ষেত্রে দেখা যায় যে, AgF থেকে AgI পর্যন্ত দ্রাব্যতা কমতে থাকে। AgF পানিতে দ্রাব্য, কিন্তু AgCl অদ্রবণীয়। F^- আয়নটি Cl^- আয়নের তুলনায় অত্যন্ত ক্ষুদ্র। বৃহদাকার আয়ন হওয়ার প্রেক্ষিতে ক্লোরাইড আয়নের ইলেকট্রন মেঘ অধিকতর পোলারিত এবং AgF এর তুলনায় AgCl অধিকতর সমযোজী বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন। এ কারণে AgF পানিতে দ্রবণীয়, কিন্তু AgCl অদ্রবণীয়।

গ ১২(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১২(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶৮৭ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ns^2np^3 সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট পর্যায় সারণির ২য় ও ৩য় পর্যায়ের মৌলদ্বয়ে হ্যালাইড আর্দ্রবিশ্লেষিত হয়ে যথাক্রমে XH_3 ও $YOCl_3$ যৌগ গঠন করে। *[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]*

ক. হেসের সূত্রটি লিখ। ১

খ. সাসপেনশন ও কোয়াগুলেশন মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২

গ. XH_3 অণুর বন্ধন কোণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. $YOCl_3$ যৌগ উৎপাদন সম্ভব না হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ সাসপেনশন হল কঠিন পদার্থের একটি অসমসত্ত্ব মিশ্রণ। এ মিশ্রণে কোন কঠিন পদার্থের আকার বা ব্যাস (10^{-4}–10^{-6} m) মধ্যে থাকে তাকে সাসপেনশন বলে। যেমন— নদীর ঘোলা পানি। এতে কঠিন পদার্থের আকৃতি/ব্যাস 1μm এর বেশি।

কোয়াগুলেশন হল এমন এক প্রক্রিয়া যার সাহায্যে কোন দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে (কলয়েড কণা) উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা (অধঃক্ষিপ্ত হওয়া) করা হয়।

গ ৩৬ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ে অবস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট মৌল হলো নাইট্রোজেন এবং পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত $3s^23p^3$ ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট মৌল হলো ফসফরাস।

অতএব, $XOCl_3$ ও $YOCl_3$ যথাক্রমে $NOCl_3$ ও $POCl_3$। $POCl_3$ এর অস্তিত্ব থাকলেও $NOCl_3$ এর কোন অস্তিত্ব নেই। NCl_3 ও PCl_3 এর আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়ায় যথাক্রমে NH_3 ও $POCl_3$ উৎপন্ন হয়েছে। N ও P এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

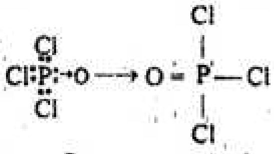
${}_7N \longrightarrow 1s^22s^22p^3$

${}_{15}P \longrightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^3$

ফসফরাসের ইলেকট্রন বিন্যাসের ৩য় শক্তিস্তরে 3d-অরবিটালের অস্তিত্ব আছে। উত্তিজিত p-এর যোজনীস্তরে 5-টি অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকে, ফলে p-মৌলটি তিনটি Cl-পরমাণু ও একটি O-পরমাণুর সাথে 5টি অযুগ্ম শেয়ার করে $POCl_3$ গঠন করে।

$^{*}P \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 2p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 d_{xy}^1$

$_{17}Cl \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$



অপরদিকে N-এর যোজ্যতা ইলেকট্রন ২য় শক্তিস্তরে 2d-অরবিটালের অস্তিত্ব না থাকায় এটি 5 অযুগ্ম ইলেকট্রন সৃষ্টি করতে পারে না, ফলে $NOCl_3$ গঠন করতে পারে না।

প্রশ্ন ▶ ৮৮ $N_2 \xrightarrow{+H_2}$ হাইড্রাইড (A) $\xrightarrow{HCl}$ C

$O_2 \xrightarrow{+H_2}$ হাইড্রাইড (B)

[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]

ক. ইলেকট্রন ডিলোক্যালাইডেশন কী? ১

খ. যৌগ A, B এবং C চিহ্নিত কর। হাইড্রাইড A ও B এর প্রকৃতি কেমন? ২

গ. O_2 এর প্রথম আয়নিকরণের বিভব অপেক্ষা N_2 এর প্রথম আয়নিকরণ বিভবের মান উচ্চ- কেন? ৩

ঘ. A ও B যৌগে মৌলদ্বয়ের সংকরণ একই ধরনের হলেও বন্ধন কোণের পরিমাপ ভিন্ন ভিন্ন- কেন? ৪

৮৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আণবিক বা স্ফটিক কাঠামোর স্থিতিশীলতা রক্ষার জন্য দুটি পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন মেঘ পুঞ্জীভূত না থেকে তা কাঠামোতে সমানভাবে ব্যাপৃত হয়ে সঞ্চালনক্ষম সুষম ইলেকট্রন ঘনত্ব রচনা করে। এ ইলেকট্রনকে ডিলোকালাইজড পাই ইলেকট্রন বলে।

খ উদ্দীপকে A, B, C যথাক্রমে NH_3, H_2O ও NH_4Cl.

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া নিম্নরূপ:

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3 \xrightarrow{HCl} NH_4Cl(C)$
(A)

$O_2 + 2H_2 \rightarrow 2\ H_2O(B)$

A হলো ক্ষারকীয় প্রকৃতির এবং B হলো উভধর্মী প্রকৃতির।

গ ১০(ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৪(ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৮৯ পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ভুক্ত "A" এর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $(n-1)d^6ns^2$.

[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় HCl এসিড ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. A মৌলের d- উপস্তরে ইলেকট্রনগুলোর চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মানের সেট গঠন কর। ৩

ঘ. $[A(CN)_6]^4$ আয়নটি রঙিন হবে কী? উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)
(ইটের মত লাল)

গ এখানে, A মৌলটির যৌজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $(n-1)d^6\ ns^2$

n = 4

সুতরাং, $3d^6\ 4s^2$, অর্থাৎ A মৌলটি হলো Fe. Fe এর d উপস্তরে ৬টি ইলেকট্রন রয়েছে। এদের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট :

ইলেকট্রন সংখ্যা	প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা n	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, l	চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা m	স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা, s
১ম	n = 3	l = 2	m = 2	$+\frac{1}{2}$
২য়				$-\frac{1}{2}$
৩য়			m = 1	$+\frac{1}{2}$
৪র্থ				$-\frac{1}{2}$
৫ম			m = 0	$+\frac{1}{2}$
৬ষ্ঠ				$-\frac{1}{2}$

ঘ গ হতে পাই,

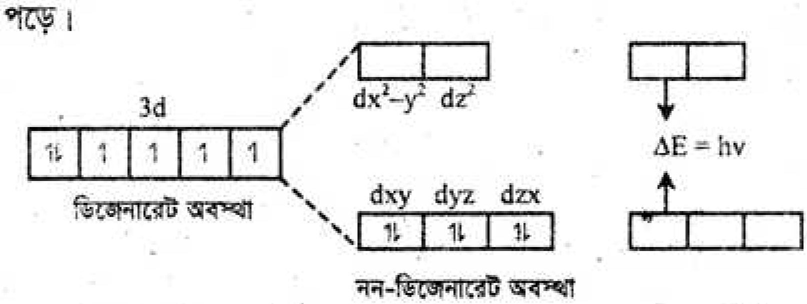
A মৌলটি হলো Fe এবং প্রদত্ত আয়ন $[Fe(CN)_6]^{4-}$

অর্থাৎ এখানে, Fe^{2+} আয়ন কাজ করেছে।

সাধারনত যেসব অবস্থান্তর ধাতু ও তাদের আয়নে অপূর্ণ d অরবিটাল থাকে তারা রঙিন হয়ে থাকে।

$Fe^{2+} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2sp^6 3s^2 3p^6 3d^6$

এখানে d অরবিটাল এ 6টি ইলেকট্রন আছে। অর্থাৎ অসম্পূর্ণ। অবস্থান্তর ধাতু অর্থাৎ Fe এর মুক্ত একক পরমাণুতে পাঁচটি d অরবিটাল সমশক্তিস্তরে থাকে, একে ডিজেনারেট অবস্থা বলে। কিন্তু যখন লিগান্ড হিসেবে (CN^-) d অরবিটালের নিকটবর্তী হয় তখন বিকর্ষণের কারণে d অরবিটালগুলোর শক্তির সামান্য উর্ধ্বমুখী ও নিম্নমুখী পার্থক্য ঘটে। একে d-অরবিটালে সমূহের নন-ডিজেনারেট অবস্থা বলে। ফলে পাঁচটি d-অরবিটাল পৃথক শক্তিসম্পন্ন (ΔE) হয়ে দুটি পৃথক শক্তিস্তরে বিন্যস্ত হয়ে পড়ে।



এক্ষেত্রে যে শক্তির পার্থক্য ΔE হবে তা দৃশ্যমান আলোর বর্ণালীর যে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ হবে, d ইলেকট্রন ঐ আলো শোষণ করে বাকি তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের রং আমাদের চোখে প্রতিফলিত করবে। অর্থাৎ আয়নটি রঙ্গিন হবে।

প্রশ্ন ▶ ৯০

$A = (n-1)\ d^{1\text{-}10}ns^{1\text{-}2}$

$B = (n-1)\ d^{1\text{-}9}ns^{1\text{-}2}$

[সরকারি বি এম সি মহিলা কলেজ, নওগাঁ]

ক. ক্ষারধাতু কাকে বলে? ১

খ. Al_2O_3 একটি উভয়ধর্মী অক্সাইড ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A এবং B শ্রেণির মৌলের মধ্যে ৩টি পার্থক্য লিখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কোন শ্রেণির মৌল রঙিন যৌগ গঠন করে এবং কেন? ৪

৯০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল ধাতু খুবই সক্রিয় এবং পানির সাথে বিক্রিয়া করে ক্ষার উৎপন্ন করে তাদেরকে ক্ষার ধাতু বলে।

খ যে সকল অক্সাইড অম্ল ও ক্ষারক উভয় হিসেবে আচরণ করে তাদেরকে উভধর্মী অক্সাইড বলে। এখানে Al_2O_3 অম্ল এবং ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ উৎপন্ন করে। তাই বৈশিষ্ট্যানুযায়ী Al_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড।

$Al_2O_3 + NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$ (এসিড হিসেবে)

$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3H_2O$ (ক্ষার হিসেবে)

গ উদ্দীপকের A শ্রেণীর মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস : $(n-1)d^{1\to10}ns^{1\to2}$ যা d-ব্লক মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস। সুতরাং A শ্রেণির মৌল হলো d- ব্লক মৌল।

উদ্দীপকের B শ্রেণির মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস : $(n-1)d^{1\to9}ns^{1\to2}$ যা অবস্থান্তর মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস; সুতরাং B শ্রেণির মৌলগুলো অবস্থান্তর মৌল।

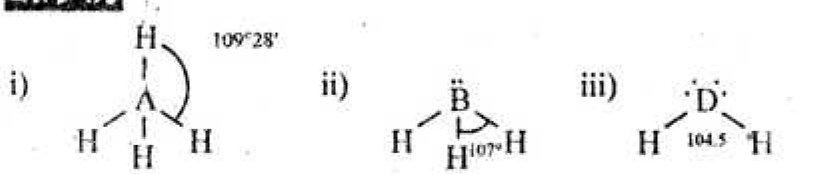
নিম্নে এদের মধ্যে চারটি পার্থক্য উল্লেখ করা হলো:

অবস্থান্তর মৌল	d- ব্লক মৌল
i. সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d-অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ থাকবে	i. সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d-অরবিটাল আংশিক বা সম্পূর্ণ পূর্ণ থাকবে।
ii. এদের জটিল যৌগ অবশ্যই রঙ্গিন বা বর্ণযুক্ত হবে	ii. এদের যৌগ রঙ্গিন হতেও পারে আবার নাও পারে।
iii. এরা প্যারাচৌম্বকীয় ও ফেরোচৌম্বকী প্রকৃতির হয়ে থাকে কিন্তু ডায়াচৌম্বকীয় প্রকৃতির নয়। এদের পরিবর্তনশীল জারণমান বিদ্যমান।	iii. এরা ডায়াচৌম্বকীয় প্রকৃতিরও হতে পারে। এদের পরিবর্তনশীল জারণমান নেই।
vi. সকল d-block মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলা যায় না।	vi. সকল অবস্থান্তর মৌলকে d-block মৌল বলা যায়।

ঘ ৩৮(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৯১

i) ii) iii)



[সরকারি বি.এম.সি মহিলা কলেজ, নওগাঁ]

ক. হাইড্রোজেন বন্ধন কাকে বলে? ১

খ. তড়িৎ ঋণাত্মকতা কাকে বলে? কিভাবে এর পরিবর্তন হয়? ২

গ. উদ্দীপকের (i) নং যৌগের গঠন সংকরণ তত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. মুক্ত জোড় ইলেকট্রন কাকে বলে? উদ্দীপকের (ii) এবং (iii) যৌগের গঠনের উপর উক্ত জোড় ইলেকট্রনের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।৪

৯১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত দুটি পোলার সমযোজী অণু পরস্পরের নিকটবর্তী হলে, একটি অণুর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে অপর অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দুর্বল আকর্ষণী বল দ্বারা সৃষ্ট বন্ধনকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

খ কোন অণুতে উপস্থিত দুটি পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন জোড়াকে কোনো একটি পরমাণুর নিজের দিকে টানার ক্ষমতাই হচ্ছে সংশ্লিষ্ট পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতা। যেমন- HCl অণুতে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগল Cl পরমাণুর দিকে অধিক ঝুঁকে থাকে। তাই Cl (3) এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা H (2.1) এর চাইতে বেশি।

গ ১১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯২

গ্রুপ→ ↓পর্যায়	1	2	13	17
2	Li	X		X
3		P	Q	Y
4		R		

[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. Kc এর মান শূন্য হয় না কেন? ২

গ. 'x' মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি y এর চেয়ে কম-ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের Y মৌল P, Q ও R এর সাথে যে তিনটি যৌগ গঠন করে, তাদের সমযোজী ও আয়নিক বৈশিষ্ট্যের ক্রম বিশ্লেষণ কর। ৪

৯২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না। কারণ ভরক্রিয়া সূত্রমতে একটি সাধারণ উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_c = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]}$$

এক্ষেত্রে যদি K_c এর মান শূন্য হতে হয় তবে উৎপাদ C ও D এর মধ্যে হয় C এর ঘনমাত্রা, [C] না হয় D এর ঘনমাত্রা, [D] এর মধ্যে অন্তত একটিকে শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে শেষ হতে হবে। কিন্তু বাস্তবে তা কখনোই সম্ভব হয় না।

সুতরাং সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না।

গ ২নং প্রশ্নের 'গ' নং দ্রষ্টব্য।

ঘ ২নং প্রশ্নের 'ঘ' নং দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯৩ A^{2+} ও B^{2+} আয়ন দুইটির সর্ববহিঃস্থ বিন্যাস $3d^9$ ও $3d^{10}$।

[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কী? ১

খ. রক্তের বাফার ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ২

গ. $[A(NH_3)_4]^{2+}$ এর গঠন প্রক্রিয়া আলোচনা কর। ৩

ঘ. $[A(NH_3)_4]^{2+}$ আয়নটি রঙিন হলেও $[B(NH_3)_4]^{2+}$ বর্ণহীন ব্যাখ্যা কর। ৪

৯৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক সুষম খাবারকে মানসম্মতভাবে বৈজ্ঞানিক উপায়ে সংরক্ষণ করে মানবজাতির খাদ্যের চাহিদার যোগান দেওয়াকে খাদ্য নিরাপত্তা বলে।

খ রক্তের pH নিয়ন্ত্রণে শরীরে তিনটি বাফার সিস্টেম কাজ করে। যথা–

i. **বাইকার্বনেট বাফার:** শ্বসন ক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2CO_3 এর বিয়োজনে সাম্যবস্থায় সৃষ্ট কার্বনেট বাফার সিস্টেমের ক্রিয়া হলো-

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$$
$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

ii. **ফসফেট বাফার:** রক্তে কার্যকর আরও একটি বাফার সিস্টেম হলো সোডিয়াম ডাইহাইড্রোজেন ফসফেট (NaH_2PO_4) এবং ডাইসোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (Na_2HPO_4)। এটি একটি আন্তঃকোষীয় বাফার সিস্টেম।

iii. **প্রোটিন বাফার:** রক্তে কার্যকর প্রোটিন বাফার সিস্টেমটি প্লাজমা প্রোটিন এবং কনজুগেটেড প্রোটিন যেমন হিমোগ্লোবিন সমন্বয়ে গঠিত।

উল্লিখিত বাফার সিস্টেমের সম্মিলিত কার্যকারিতার ফলেই যেকোনো অবস্থায় আমাদের রক্তের pH অপরিবর্তিত থাকে।

গ ৭৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯৪

মৌল	যোজ্যতা স্তর
A	ns^2
B	$(n+1)s^2$
C	ns^2np^5

n = 3 (তিন)

[শেরউড ইন্টারন্যাশনাল (প্রা:) স্কুল এ্যান্ড কলেজ, বগুড়া]

ক. প্রভাবক বিষ কি? ১

খ. KBF_4 যৌগে কি কি বন্ধন বিদ্যমান? ২

গ. AC_2 এবং BC_2 যৌগদ্বয়ের মধ্যে কোনটির গলনাংক ও স্ফুটনাংক বেশি বিশ্লেষণ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের BC_2 যৌগে অম্লীয় ও ক্ষারীয় মূলক সনাক্তকরণে ভিন্ন বিকারক ব্যবহৃত হয় যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৯৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস প্রাপ্ত হয়, এমনকি বন্ধ হয়ে যায় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

খ KBF_4 যৌগটিতে আয়নিক ও সমযোজী বন্ধন বিদ্যমান। ব্যাখ্যা–

K ও B এর ইলেকট্রন বিন্যাস–

$K(19) \longrightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^64s^1$

$B(5) \longrightarrow 1s^22s^22P_x^1$

পটাসিয়াম একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে K^+ আয়ন ও B তা গ্রহণ B^- আয়ন গঠন করে।

$B^-(5) \longrightarrow 1s^22s^22p_x^12p_y^12p_z^0$

$*B^-(5) \longrightarrow 1s^22s^12p_x^12p_y^12p_z^1$

sp^3 সংকরায়ন

সৃষ্ট চারটি সংকর sp^3 অরবিটাল ফ্লোরিনের (F) সাথে চারটি B–F σ–বন্ধন গঠন করে ও BF_4^- আয়নে পরিণত হয়। BF_4^- আয়নটি K^+ আয়নের সাথে আয়নিক বন্ধন গঠন করে KBF_4 গঠন করে।

$K^+ + BF_4^- \longrightarrow KBF_4$

গ উদ্দীপকের A, B ও C যথাক্রমে Mg, Ca ও Cl। সুতরাং, AC_2 ও BC_2 যৌগদ্বয় যথাক্রমে $MgCl_2$ ও $CaCl_2$। যৌগদ্বয়ের মধ্যে $CaCl_2$ এর গলণাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক $MgCl_2$ অপেক্ষা বেশি। নিম্নে ব্যাখ্যা প্রদান করা হল–

যৌগদ্বয়ের উভয়টিতেই অ্যানায়ন একই কিন্তু ক্যাটায়ন ভিন্ন। সুতরাং গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক ক্যাটায়নের পোলারায়ন ক্ষমতার উপর নির্ভরশীল। $MgCl_2$ ও $CaCl_2$ যৌগদ্বয়ে ক্যাটায়ন যথাক্রমে Mg^{2+} ও Ca^{2+}।

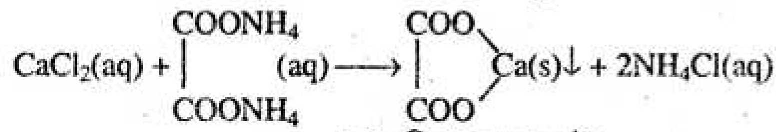
ফাজানের পোলারায়নের নিয়ম হতে আমরা জানি, ক্যাটায়নের আকার হ্রাসের সাথে পোলারায়ন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। Mg^{2+} ও Ca^{2+} আয়নদ্বয়ের মধ্যে Mg^{2+} আয়নের আকার Ca^{2+} অপেক্ষা ছোট তাই Mg^{2+} আয়নের পোলারায়ন ক্ষমতা বেশি তাই $MgCl_2$ এর সমযোজী ধর্ম বেশি এবং গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক $CaCl_2$ অপেক্ষা কম।

সুতরাং, যৌগদ্বয়ের মধ্যে $CaCl_2$ এর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বেশি যার একমাত্র কারণ Ca^{2+} আয়নের আকার Mg^{2+} অপেক্ষা বড়।

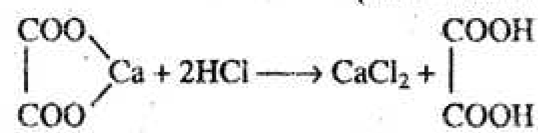
ঘ BC_2 যৌগটি হচ্ছে $CaCl_2$ যার অম্লীয় ও ক্ষারীয়মূলক যথাক্রমে Cl^- ও Ca^{2+}। আয়নদ্বয় সনাক্তকরণে ভিন্ন বিকারক ব্যবহৃত হয়। নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল–

Ca^{2+} আয়ন সনাক্তকরণ :

ক্যালসিয়াম লবণের দ্রবণে অ্যামোনিয়াম অক্সালেট যোগ করা হলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যা জৈব এসিডে অদ্রবণীয় কিন্তু খনিজ এসিডে দ্রবণীয়।



ক্যালসিয়াম অক্সালেট
(সাদা অধঃক্ষেপ)



Cl^- আয়ন সনাক্তকরণ :

ক্লোরাইড লবণের জলীয় দ্রবণে $Ag(NO_3)_2$ সংযুক্ত করা হলে AgCl এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যা লঘু HNO_3 তে অদ্রবণীয় কিন্তু অতিরিক্ত NH_4OH এ সম্পূর্ণভাবে দ্রবণীয়।]

$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow AgCl(s)\downarrow + NaNO_3$

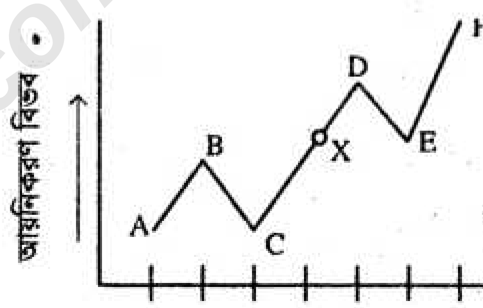
সাদা অধঃক্ষেপ

$AgCl(s) + 2NH_4OH(aq) \longrightarrow Ag(NH_3)_2Cl(aq) + 2H_2O(l)$

বর্ণহীন দ্রবণ

সুতরাং, $CaCl_2$ এর অম্লীয় ও ক্ষারীয় মূলক সনাক্তকরণে যথাক্রমে $AgNO_3$ ও $(NH_4)_2C_2O_4$ বিকারকদ্বয় ব্যবহৃত যা সম্পূর্ণ ভিন্ন।

প্রশ্ন ▶ ৯৫



পারমাণবিক সংখ্যা→n=2

[শেরউড ইন্টারন্যাশনাল (প্রা:) স্কুল এ্যান্ড কলেজ, বগুড়া]

ক. নিকটোজেন কি? ১

খ. MgO ও CaO এর মধ্যে কোনটি অধিক ক্ষারীয় ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের B ও C, D এবং E এর পরিবর্তনের কারণ বিশ্লেষণ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের D_2O_5 গঠন সম্ভব হলেও DCl_5 গঠন অসম্ভব-যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যায় সারণির গ্রুপ VA-এর মৌলসমূহকে একত্রে নিকটোজেন বলে।

খ MgO ও CaO এর মধ্যে CaO অধিক ক্ষারীয়। MgO ও CaO যৌগ দুটিতে একই অ্যানায়ন O^{2-} বিদ্যমান। ক্যাটায়ন Mg^{2+} এর আকার ক্যাটায়ন Ca^{2+} থেকে ছোট হওয়ায় O^{2-} অ্যানায়নকে পোলারিত করার ক্ষমতা Ca^{2+} থেকে বেশি হবে। ফলে MgO ও CaO আয়নিক যৌগ দুটির মধ্যে CaO এর সমযোজী বৈশিষ্ট MgO অপেক্ষা কম হবে। অর্থাৎ CaO, MgO অপেক্ষা বেশি আয়নিক তথা ক্ষারীয় হবে।

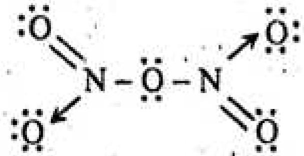
গ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ D_2O_5 ও DCl_5 হলো N_2O_5 ও NCl_5।

$N \rightarrow 1s^22s^22p^3$

নাইট্রোজেনের শেষ কক্ষপথে কোন d অরবিটাল নাই। d অরবিটাল না থাকার জন্য Cl এর সাথে পাঁচটি বন্ধন গঠনের মত সামর্থ নেই। তাই NCl_5 গঠন সম্ভব নয়।

N_2O_5 অণুতে দুটি নাইট্রোজেন পরমাণু 5টি O পরমাণুর সাথে নিম্নের গঠন অনুযায়ী বন্ধন গঠন করে।



একটি N পরমাণু তিনটি O পরমাণুর সাথে সিগমা, পাই ও সন্নিবেশ বন্ধনের সাহায্যে যুক্ত। অর্থাৎ দুই N পরমাণু থাকায় N_2O_5 গঠন সম্ভব হয়।

প্রশ্ন ▶ ৯৬

পর্যায়	d ব্লক মৌল									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
	U	V	W	X	Y	Z	A_1	B_1	C_1	D_1
	E_1	F_1	G_1	H_1	I_1	J_1	K_1	L_1	M_1	N_1

[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

ক. অসামঞ্জস্য বিক্রিয়া কাকে বলে? ১

খ. $SiCl_4$ এর আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় কেন ব্যাখ্যা কর। ২

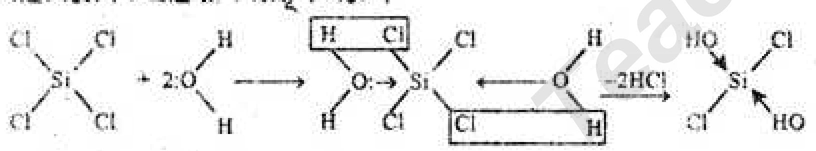
গ. D, E^{3+}, I^{2+} ইলেকট্রন বিন্যাস কর, এবং তাদের পর্যায় ও গ্রুপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A ও J মৌল দুটি d ব্লক কিন্তু অবস্থান্তর মৌল নয় কেন? ৪

৯৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বিক্রিয়ায় কোনো পদার্থের একই সাথে জারণ ও বিজারণ ঘটে তাকে অসামঞ্জস্য বিক্রিয়া বলে।

খ সিলিকনের ইলেকট্রন বিন্যাস $(1s^22s^22p^63s^23p^23d^0)$ হতে দেখা যায় যে সিলিকনে শূন্য 3d অর্বিটাল রয়েছে। ফলে পানির অণুর অক্সিজেন পরমাণুর মুক্তজোড় ইলেকট্রন সহজেই সিলিকনের শূন্য-d অর্বিটালে স্থান নিয়ে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে অন্তর্বর্তী অস্থায়ী জটিল যৌগ তৈরি করতে পারে, যা পরে HCl অপসারণ করে আর্দ্রবিশ্লেষিত উৎপাদে পরিণত হয়। সিলিকন টেট্রাক্লোরাইডের আর্দ্রবিশ্লেষণ প্রক্রিয়া নিম্নরূপ ঘটে।



গ উদ্দীপকের মৌলটি পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ে ও 6নং গ্রুপে অবস্থিত, সুতরাং মৌলটি হলো ক্রোমিয়াম। Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস :

$_{24}Cr \longrightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$

ক্রোমিয়ামের পরের মৌলটি হলো ম্যাঙ্গানিজ (Mn); সুতরাং E মৌলটি হলো ম্যাঙ্গানিজ।

E^{3+} বা M_n^{3+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস :

$_{25}Mn \longrightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^4$

উদ্দীকের I মৌলটি হলো কপার (Cu) I^{2+} বা Cu^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

I^{2+} বা $Cu^{2+} \longrightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^9$

ঘ উদ্দীপকের A ও J মৌলদ্বয় পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-3 ও গ্রুপ-12 এর মৌল, সুতরাং মৌল দুইটি যথাক্রমে স্ক্যান্ডিয়াম (Sc) ও জিংক (Zn)।

অবস্থান্তর মৌলের সজ্ঞানুসারে আমরা জানি, যেসব d-block মৌলের যেকোন সুস্থিত আয়নের d-অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। আবার ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে যেসব মৌলের জন্য শেষ ইলেকট্রনটি d-অরবিটালে প্রবেশ করে তাদেরকে d-block মৌল বলে।

Sc ও Zn এর ইলেকট্রন বিন্যাসে শেষ ইলেকট্রনটি d-অরবিটালে প্রবেশ করে, তাই এরা d-block মৌল।

অপরদিকে স্ক্যান্ডিয়াম (Sc) ও জিংক (Zn) মৌল দুটি d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়; কারণ এদের একমাত্র সুস্থিত আয়ন যেমন, Sc^{3+} আয়নে d-অরবিটালে কোন ইলেকট্রন নেই এবং Zn^{2+} আয়নে d-অরবিটাল ১০টি ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ আছে।

$Sc(21) \rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^14s^2$ $Zn(30) \rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^2$

$Sc^{3+}(21) \rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^6$ $Zn^{2+}(30) \rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}$

এজন্য বলা যায় Zn ও Sc d-ব্লক হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়।

প্রশ্ন ▶ ৯৭ AB_3 ও AB_5 যৌগ দুইটিতে বন্ধন ইলেকট্রন জোড় এর সংখ্যা যথাক্রমে ৩ ও ৫। *[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]*

ক. সংকরায়ণ কাকে বলে? ১

খ. $(H_2O)n$ এর মধ্যে কোন ধরনের বন্ধন বিদ্যমান চিত্রসহ দেখাও। ২

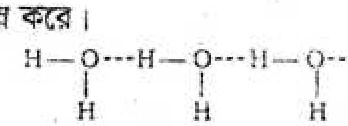
গ. যদি AB_3 যৌগটিতে তিনটি বন্ধন ইলেকট্রন জোড় ও দুইটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন জোড় বিদ্যমান থাকে তবে তার সংকরায়ণ সহ যৌগটির আকৃতি দেখাও। ৩

ঘ. AB_5 যৌগটির সংকরায়ণ বর্ণনা কর এবং যৌগটির আকৃতি অংকন করে পাঁচটি কোণের মান লিখ। ৪

৯৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তরের ভিন্ন শক্তিস্তরের দুই বা ততোধিক অরবিটাল মিলে সমসংখ্যক এবং সমশক্তিসম্পন্ন নতুন অরবিটাল তৈরির প্রক্রিয়াকে সংকরণ বলে।

খ $(H_2O)n$ এর মধ্যে সমযোজী ও হাইড্রোজেন বন্ধন বিদ্যমান। প্রথম H ও O পরমাণু সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে H_2O অণু গঠন করে। উৎপন্ন H_2O অণু তাদের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে একত্রিত হয়ে $(H_2O)n$ উৎপন্ন করে।



চিত্র: $(H_2O)n$ মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধন

গ ৩৬ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ উদ্দীপকের AB_5 যৌগটির গঠন নিম্নরূপ :

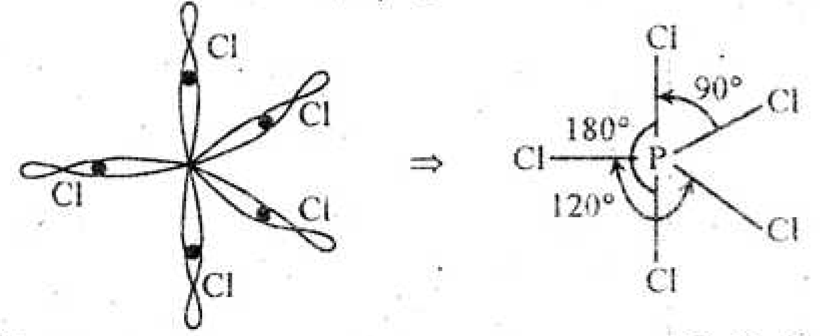
AB_5 যৌগটি হলো PCl_5 অণু এর P-এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো—

$_{15}P \longrightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^3\ (3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1)$

$^*P \longrightarrow 1s^22s^22p^63s^13p_x^13p_y^13p_z^1d_{xy}^1$

উত্তেজিত ($^*P$) ফসফরাসের ৩য় শক্তিস্তরে 5টি অযুগ্ম অরবিটাল বিদ্যমান। একটি s ও 3টি P ও একটি d-অরবিটাল সংকরিত হয়ে 5টি sp^3d সংকর অরবিটাল উৎপন্ন করে। উৎপন্ন 5টি সংকর অরবিটালের সাথে 5টি ক্লোরিন পরমাণুর $3p_z^1$ অরবিটালের অধিক্রমনের ফলে 5টি sp^3d-p_z বন্ধন তৈরি হবে। ফলে PCl_5 অণু গঠিত হবে।

$_{17}Cl \longrightarrow 1s^22s^22p^63s^23p_x^23p_y^23p_z^1$



উৎপন্ন PCl_5 অণুর P-এর সংকরণ অবস্থা ও অনুর আকৃতি ত্রিভূজীয় দ্বি-পিরামীয়।

প্রশ্ন ▶ ৯৮

শ্রেণি→ / পর্যায়↓	1	14	15	16
1	A			
2		B	C	D
3		E	F	

[কারমাইকেল কলেজ, রংপুর]

ক. ইটাই ইটাই রোগ কি? ১

খ. আরহেনিয়াস তত্ত্ব মতে অম্ল ক্ষারের শক্তিমাত্রার ক্রম নির্ণয় করা যায় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের BD_2 যৌগটি গ্যাস হলেও ED_2 যৌগটি কঠিন- ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের CA_3, A_2D ও FA_4^+, যৌগের মধ্যে একই সংকরণ হলেও কোণ ও গঠন আকৃতিতে যথেষ্ট পার্থক্য বিদ্যমান—উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্যাডমিয়াম দূষণের দ্বারা সৃষ্ট অস্থিতে অস্বাভাবিক যন্ত্রণা জনিত রোগের নাম হলো ইটাই ইটাই রোগ। সর্বপ্রথম জাপানে এই রোগের সন্ধান মেলে।

খ জলীয় দ্রবণে প্রোটন (H^+) দানকারী পদার্থকে এসিড ও জলীয় দ্রবণে OH^- দানকারী পদার্থকে ক্ষার বলে। এটাই আরহেনিয়াস মতবাদ। এ মতবাদ দ্রাবক হিসেবে কেবল পানিকে ব্যবহার করা হয়েছে। কিন্তু $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$, $CO(OH)_3$ ইত্যাদি ক্ষারক, কিন্তু জলীয় দ্রবণে OH^- প্রদান করতে পারে না। তাই এদেরকে আরহেনিয়াস ক্ষার বলা যাবে না। আবার কিছু এসিড আছে যাদের হাইড্রোজেন নেই এবং জলীয় দ্রবণে H^+ দানও করে না। এজন্য আরহেনিয়াস মতবাদের সাহায্যে সকল অম্ল-ক্ষারকে ব্যাখ্যা করতে না পারায় তাদের শক্তিমাত্রাকে ব্যাখ্যা করতে পারে না।

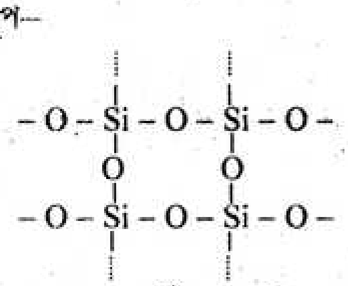
গ উদ্দীপকের B, D, E যৌগদ্বয় যথাক্রমে কার্বন (C), সিলিকন (Si) ও অক্সিজেন (O)। অর্থাৎ BD_2 হল CO_2 এবং ED_2 হলো SiO_2। স্বাভাবিক অবস্থায় CO_2 গ্যাস কিন্তু SiO_2 হলো কঠিন পদার্থ। এর কারণ হলো CO_2 একক অণু। CO_2 এর অণুতে একটি কার্বন পরমাণু দুটি অক্সিজেনের সাথে দুই জোড়া ইলেকট্রন শেয়ার করে দ্বিবন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। CO_2 এর আণবিক গঠন সরল রৈখিক।

$$O=C=O$$

CO_2 অণুসমূহের মধ্যে কেবল দূর্বল ভ্যান্ডারওয়ালস বল কার্যকর থাকে। তাই সাধারণ অবস্থায় CO_2 হলো গ্যাস।

অপরদিকে SiO_2 হলো একটি পলিমার যৌগ $(SiO_2)_n$ অর্থাৎ অসংখ্য SiO_2 অণু পরস্পরযুক্ত হয়ে একটি বৃহৎ আকারের সুস্থিত অণু সৃষ্টি করে। এরূপ অণুকে দৈত্যাকার অণু বলে। Si পরমাণু চারটি O পরমাণুর সাথে এবং একটি O পরমাণু দুটি Si পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে চতুস্তলকীয় গঠন সৃষ্টি করে। প্রতিটি চতুস্তলক O পরমাণু দ্বারা যুক্ত হয়ে পলিমার শিকল গঠন করে।

পলিমার গঠন নিম্নরূপ—



এজন্য সাধারণ অবস্থায় SiO_2 কঠিন পদার্থ।

ঘ ১৩(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯৯

শ্রেণি→ / পর্যায়↓	1	3	9	17
3	A		.	D
4	E	B	C	

[কারমাইকেল কলেজ, রংপুর]

ক. সংকট তাপমাত্রা কী? ১

খ. CFC ওজোনস্তর কীভাবে ক্ষয় করে সমীকরণসহ লিখ। ২

গ. উদ্দীপকের AD এবং ED যৌগ দুটির মধ্যে কোনটির গলনাঙ্ক অধিক বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের B মৌলটি D এর সাথে জটিল আয়ন গঠন না করলেও C মৌলটি D-এর সাথে জটিল আয়ন গঠন করে— জটিল আয়নের জ্যামিতিক গঠনসহ উক্তিটির স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৯৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপমাত্রা বা এর নিচে কোন গ্যাসকে চাপ প্রয়োগে সহজে তরলে পরিণত করা যায়, সেই তাপমাত্রাকে ঐ গ্যাসের সংকট তাপমাত্রা বলে।

খ সূর্য থেকে আগত UV রশ্মির প্রভাবে CFC বিয়োজিত হয়ে ক্লোরিন ফ্রি রেডিক্যাল ($Cl^{\cdot}$) উৎপন্ন করে। এই ক্লোরিন ফ্রি-রেডিক্যাল নিম্নোক্তভাবে ওজনস্তরের ক্ষয় করে—

$$Cl_2CF_2 + h\nu \longrightarrow Cl^{\cdot} + ClCF_2^{\cdot}$$

$$Cl^{\cdot} + O_3 \longrightarrow ClO^{\cdot} + O_2$$

$$O_3 + h\nu \longrightarrow O_2 + O^{\cdot}$$

$$\left.\begin{array}{l} ClO^{\cdot} + O^{\cdot} \longrightarrow Cl^{\cdot} + O_2 \\ Cl^{\cdot} + O_3 \longrightarrow ClO^{\cdot} + O_2 \\ \hline O_3 + O^{\cdot} \longrightarrow 2O_2 \end{array}\right] \text{চক্র}$$

এভাবে $Cl^{\cdot}$-এর মাধ্যমে ওজনস্তরের ক্ষতি হয়।

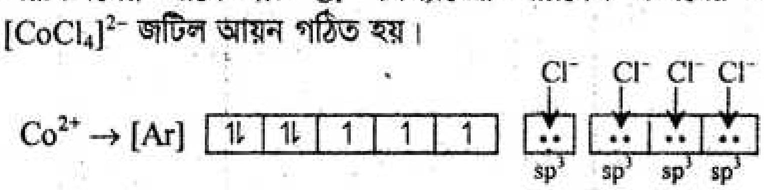
গ উদ্দীপকের A ও E মৌলদ্বয় পর্যায় সারণির ৩য় ও ৪র্থ পর্যায়ের 1নং গ্রুপে অবস্থিত; সুতরাং মৌল দুইটি হলো সোডিয়াম ও পটাসিয়াম। উদ্দীপকের D মৌলটি ৩য় পর্যায়ের 7নং গ্রুপে অবস্থিত; মৌলটি হলো ক্লোরিন।

অতএব, AD ও ED যৌগদ্বয় যথাক্রমে NaCl ও KCl এবং Na^+ এ K^+ আয়নের মধ্যে K^+ আয়নের আকার বড়। আয়নিক যৌগের গলনাংক নির্ভর করে তাদের ল্যাটিস শক্তির উপর। যে যৌগের ল্যাটিস শক্তি বেশি, সেটি ভাঙ্গাতে বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। ফলে ঐ যৌগের গলনাংক বেশি হবে। NaCl ও KCl উভয়ই আয়নিক যৌগ। K^+ এর বড় আকারের কারণে KCl এর ল্যাটিস শক্তি NaCl এর চেয়ে কম। ফলে NaCl যৌগটি KCl অপেক্ষা অধিক স্থিতিশীল। তাই NaCl এর গলনাংক KCl অপেক্ষা কম।

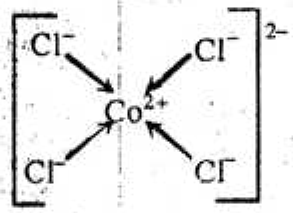
ঘ উদ্দীপকের B ও C পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের 3নং ও 9নং গ্রুপের মৌল; সুতরাং মৌলদ্বয় যথাক্রমে Sc ও Co। স্ক্যান্ডিয়াম (Sc) একটি d-ব্লক মৌল কিন্তু অবস্থান্তর মৌল নয়। তাই এটি D- আয়ন বা Cl^- আয়নের সাথে জটিল যৌগ গঠন করে না। অপরদিকে কোবাল্ট (CO) একটি অবস্থান্তর মৌল তাই এটি জটিল যৌগ গঠন করে। নিম্নে তা দেখানো হলো—



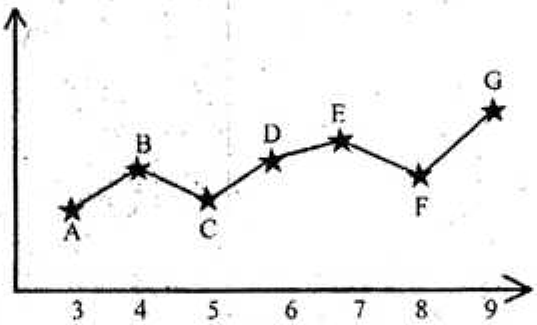
Co এর 4s প্রায় সমশক্তির অরবিটাল। এই চারটি অরবিটাল সংকরিত হয়ে, 4টি sp^3 সংকর অরবিটাল উৎপন্ন করে এবং উৎপন্ন সংকর অরবিটালের সাথে 4টি Cl^- লিগ্যান্ডের সন্নিবেশ বন্ধনের মাধ্যমে $[CoCl_4]^{2-}$ জটিল আয়ন গঠিত হয়।



$[CoCl_4]^{2-}$ আয়নটি sp^3 সংকরিত হওয়ায় এর আকৃতি টেট্রাহেড্রাল চতুস্থলকীয়।



প্রশ্ন ▶ ১০০ উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



উদ্দীপকের A, B, C, D, E, F, G প্রচলিত পরমাণুর প্রতীক নয়।

[কারমাইকেল কলেজ, রংপুর]

ক. লুইস প্রতীক কী? ১

খ. পোলারায়ন বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্দীপকের A, B, C, D, E,F, G মৌলগুলোর অক্সাইডের প্রকৃতি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের রেখাচিত্রে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে আয়নিকরণ শক্তির ভিন্নতা বিশ্লেষণ কর। ৪

১০০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো আয়ন বা যৌগের অণুতে পরমাণুর বন্ধন দেখানোর জন্য ডট ও ক্রস চিহ্নের মাধ্যমে যে প্রাচীন পদ্ধতি দ্বারা দেখানো হয় তাকে লুইস প্রতীক বলে।

খ যখন কোন ক্যাটায়ন একটি অ্যানায়নের খুব কাছে আসে তখন ক্যাটায়নের সামগ্রিক ধনাত্মক চার্জ অ্যানায়নের ইলেকট্রন নিজের দিকে আকর্ষণ করে। একই সাথে ক্যাটায়নটি অ্যানায়নের নিউক্লিয়াসকে বিকর্ষণ করে। আকর্ষণ ও বিকর্ষণের নিট ক্রিয়ায় অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘ ক্যাটায়নের দিকে সরে আসে। এ ঘটনাকে ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের বিকৃতি বা পোলারায়ন বলে।

গ উদ্দীপকের A, B, C, D, E, F, G মৌলগুলো প্রকৃতপক্ষে পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের মৌল। এরা যথাক্রমে Li, Be, B, C, N, O, F। আমরা জানি কোনো পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যত অগ্রসর হওয়া যায় মৌলের প্রকৃতি ক্রমশ ধাতব থেকে অপধাতু হয়ে অধাতব বৈশিষ্ট্যে রূপান্তরিত হতে থাকে। ফলে বাম দিকের ধাতুর অক্সাইডের আয়নিক মাঝে অবস্থিত। অপধাতুর অক্সাইড সমূহ সমযোজী হলেও বিশাল আণবিক কাঠামো এবং সবশেষে ডানে অবস্থিত অধাতুর অক্সাইডগুলো সরল আণবিক কাঠামোর সমযোজী যৌগ। পর্যায়ের বামদিকের অক্সাইডগুলো ক্ষারকীয়। মাঝেরগুলো মৃদু ক্ষারধর্মী বা অম্লধর্মী অথবা উভধর্মী এবং ডানদিকের অধাতুর অক্সাইডগুলো অম্লীয়।

$Li_2O(s) + H_2O = 2\,LiOH\,(aq)$; জলীয় দ্রবণে OH^- আয়ন দেয় ⟶ ক্ষার।

$B_2O_3(s) + 3H_2O = 2H_3BO_3(aq)$
$CO_2(g) + H_2O = H_2CO_3(aq)$
$N_2O_3(g) + H_2O = 2HNO_2(aq)$
$N_2O_5(s) + H_2O = 2HNO_3(aq)$
$Cl_2O_7(s) + H_2O = 2HClO_4(aq)$

জলীয় দ্রবণে H^+ আয়ন দেয় ⟶ এসিড

ঘ ১০(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১০১

পর্যায় ⟶ / শ্রেণি ↓	2	14	15
২য়	A	B	D
৩য়	C	E	

[পুলিশ লাইন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

ক. ইলেকট্রন আসক্তি কাকে বলে? ১

খ. $3f$ অরবিটালটি সম্ভব নয় কেন? ২

গ. D এর হ্যালাইড যৌগে কোন প্রকার সংকরণ আছে চিত্রসহ লিখ। ৩

ঘ. B ও E এর অক্সাইডের ভৌত অবস্থার ভিন্নতার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

১০১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যাসীয় একমোল বিচ্ছিন্ন পরমাণু একমোল ইলেকট্রন গ্রহন করে এক মোল ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হতে যে শক্তি নির্গত হয় তাকে ইলেকট্রন আসক্তি বলে।

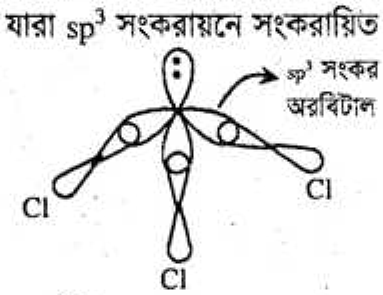
খ যখন $n = 3$ হয়, তখন l এর মান 0, 1, 2। আমরা জানি, s, p ও d অরবিটারের জন্য l এর মান যথাক্রমে 0, 1 ও 2 হয়। অর্থাৎ তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তরে 3s, 3p ও 3d অরবিটালের বিন্যাস সম্ভব ; কিন্তু 3f অরবিটাল পাওয়া সম্ভব নয়।

আমরা জানি, সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l = 3$ এর জন্য f অরবিটাল পাওয়া যায়। কিন্তু ৩য় শক্তিস্তর n এর জন্য $l = 0, 1, 2$ এই তিনটি মান পাওয়া যায়। ফলে ৩য় শক্তিস্তরে $n = 3$ এর জন্য $l = 3$ সম্ভব নয়। তাই 3f অরবিটালটি অসম্ভব।

গ উদ্দীপকের D যৌগটি হচ্ছে নাইট্রোজেন। নাইট্রোজেন ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে NCl_3 গঠন করে। এতে sp^3 সংকরায়ন বিদ্যমান। কেন্দ্রীয় মৌল নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ।

$N_{(7)} \rightarrow 1s^2\,2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$

NCl_3 এ তিনজোড়া বন্ধন জোড় ইলেকট্রন ও একটি নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রন থাকে। যারা sp^3 সংকরায়নে সংকরায়িত থাকে।



চিত্র: NCl_3 এর সংকরায়ন

ঘ ১৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১০২

শ্রেণি / পর্যায়	1	2	3
3	A	B	
4	K	L	M

[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফী কী? ১

খ. রোগ নির্ণয়ে MRI এর ব্যবহার ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A শিখা পরীক্ষা দিলেও B শিখা পরীক্ষা দেয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের 4 নং পর্যায়ের মৌলসমূহের কার্বনেটের তাপীয় স্থিতিশীলতা বিশ্লেষণ কর। ৪

১০২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ শরীরের বিভিন্ন অঙ্গের কোষের অস্বাভাবিকতা MRI এর মাধ্যমে নির্ণয় করা হয়। যেমন- ক্যান্সার কোষ MRI এর মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়। এছাড়া শরীরের কোন অংশে চর্বি বা কার্বোহাইড্রেটের ঘাটতি বা আধিক্য হলে তাও MRI এর মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়।

গ A ও B মৌল দুটি যথাক্রমে Na ও Mg

Na শিখা পরীক্ষায় সোনালী হলুদ বর্ণ দেখায়।

Na^+ আয়ন এর লবণকে HCl এর সাথে মিশ্রিত করে বুনসেন দ্বীপ শিখায় তাপ প্রয়োগ করে সোডিয়াম ক্লোরাইড লবণে রূপান্তরিত করা হয়। এ ধাতব ক্লোরাইড অধিক উদ্বায়ী বলে তা বুনসেন দ্বীপ শিখায় তাপে বাষ্পে পরিণত হয়। শিখা থেকে নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে বহিঃশক্তি স্তরের ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তরে গমন করে। এ উচ্চ শক্তি স্তরে ইলেকট্রন অস্থিতিশীল। তাই ইলেকট্রন পুনরায় নিজস্ব শক্তি স্তরে নেমে আসে এবং দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের শক্তি নির্গত হয়। এ নির্গত শক্তি শিখা পরীক্ষায় বুনসেন দীপের অনুজ্জ্বল শিখায় সোনালী/হলুদ বর্ণ সৃষ্টি করে।

Na ও Mg একই পর্যায়ে অবস্থিত। Mg ডানে অবস্থিত হওয়ায় এর আকার Na থেকে ছোট। তাছাড়া Mg পরমাণুতে 3s অরবিটাল পরিপূর্ণ থাকায় এবং ইলেকট্রন দুটি নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে আকর্ষিত থাকায় এর ইলেকট্রনের ধাপান্তরে অধিক শক্তির প্রয়োজন হয় যা বুনসেন দ্বীপের শিখায় পাওয়া যায় না। তাই Mg শিখা পরীক্ষা দেয় না।

ঘ উদ্দীপকের 4নং পর্যায়ের মৌলসমূহের তাপীয় স্থিতিশীলতা যত ডানদিকে যাওয়া যায় ততই হ্রাস পায়।

একই পর্যায়ে যত ডানদিকে যাওয়া হয় পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলের আকার হ্রাস পায়। কারণ নতুন স্তর যুক্ত না হওয়ায় নিউক্লিয়াসের সাথে বহিঃস্থ ইলেকট্রনের আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়।

ফাযানের পোলারায়ন নীতি অনুযায়ী, আয়নিক যৌগে ক্যাটায়নের আকার যত ক্ষুদ্র হবে পোলারায়ন তত বেশি হবে। অর্থাৎ আয়নিক যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেশি হবে।

সুতরাং, 4নং পর্যায়ে ডান দিকে মৌলসমূহের কার্বনেটের সমযোজী বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি পাবে। অর্থাৎ তাপীয় স্থিতিশীলতা কমে যাবে তথা কম তাপমাত্রায় বিয়োজিত হবে।

$K_2CO_3 > LCO_3 > M_2(CO_3)_3$

প্রশ্ন ▶ ১০৩ (i) কস্টিক সোডা + প্রধান গ্রীন হাউজ গ্যাস $\longrightarrow$ A + B(l)

(ii) সোডিয়াম কার্বাইড + B $\longrightarrow$ C(g) + D

[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

ক. তড়িৎ ঋণাত্মকতা কী? ১

খ. ভিনেগার প্রস্তুতির মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. D যৌগ প্রাইমারী স্টান্ডার্ড পদার্থ না হলেও A যৌগ প্রাইমারী স্টান্ডার্ড পদার্থ কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. B ও C এর ভৌত অবস্থার পার্থক্য ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন সমযোজী যৌগের অণুতে উপস্থিত দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার তুলনামূলক ক্ষমতাকে সেই মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

খ আখের রসে 3–4% চিনি বিদ্যমান। এই চিনি

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[30°C]{\text{ইনভারটেজ}} \underset{\text{ইথানল}}{4CH_3CH_2OH} + 4CO_2$$

এভাবে গাঁজন প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ইথানলের 10% দ্রবণকে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করালে

$$10\%\ CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{অ্যাসিটি ব্যাকটেরিয়া}]{\text{মাইক্রোডার্মা}} CH_3COOH + H_2O$$

ইথানয়িক এসিড উৎপন্ন হয়। এই ইথানয়িক এসিডে 6–10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে।

গ উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয় নিম্নরূপ :

i. $2NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O\ (l)$

ii. $Na_2C_2 + H_2O \longrightarrow C_2H_2\ (g) + NaOH$

এখানে, D যৌগটি কস্টিক সোডা (NaOH) এবং A যৌগটি সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3)।

যেসকল যৌগ সংস্পর্শ বিক্রিয়া করে না তাদের প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে। আর যেসকল যৌগ বাতাসের সংস্পর্শে বিক্রিয়া করে তাদের সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বল। প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের চারটি প্রধান বৈশিষ্ট্য হচ্ছে :

i. বিশুদ্ধ রাসায়নিক পদার্থ

ii. বাতাসের উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে না

iii. তৈরি দ্রবণের ঘনমাত্রা দীর্ঘদিন পর্যন্ত অপরিবর্তিত থাকে

iv. রাসায়নিক নিক্তির ক্ষতি করে না

Na_2CO_3 উক্ত বৈশিষ্ট্যগুলো মেনে চললেও NaOH মানে না। মূলত এ কারণেই NaOH সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ হলেও Na_2CO_3 প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ।

ঘ উদ্দীপকের B যৌগটি H_2O যা ভৌত অবস্থায় তরল এবং C যৌগটি C_2H_2 যা ভৌত অবস্থায় গ্যাস। এদের ভৌত অবস্থার পার্থক্যের কারণ নিচে বর্ণিত হলো:

O এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.5 যা C এর তড়িৎ ঋণাত্মক তা 2.5 অপেক্ষা অধিক এবং আকারে ছোট হওয়ায় O- এর সাথে H- পরমাণুর সমযোজী বন্ধনে অধিক পোলারায়ন ঘটে। ছোট আকারের O- পরমাণুর অন্য পানি অণুর H- পরমাণুর নিকটে এসে দুর্বল H-বন্ধন গঠন করতে পারে।

```
H – O --- H – O---          H– C   H– C   H– C
    |         |                |      |      |
    H         H                H      H      H
```

অর্থাৎ H_2O এ দুর্বল H-বন্ধন বিদ্যমান থাকায় এর অণুগুলোর আন্তঃআণবিক বল বেশি হয় তাই তরল যৌগ উৎপন্ন করে। কিন্তু C_2H_2 এর ক্ষেত্রে এরূপ হাইড্রোজেন বন্ধন না থাকায় এদের মধ্যেকার আন্তঃআণবিক বল দুর্বল। তাই ভৌত অবস্থায় এরা গ্যাসীয়।

প্রশ্ন ▶ ১০৪ (i) ${}^{0}_{8}YH_2 + H^+ \longrightarrow A$

(ii) ${}_{7}XH_3 + H^+ \longrightarrow B$ X ও Y-দুটি মৌল নির্দেশ করে।

[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

ক. রাবিং অ্যালকোহলের সংকেত লিখ। ১

খ. ইথানলের চেয়ে পানিতে ইথানয়িক এসিডের দ্রাব্যতা বেশী কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. যৌগ B এ কী কী রাসায়নিক বন্ধন আছে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উৎপাদনসমূহের সংকরণ ও জ্যামিতিক আকৃতির কোন ভিন্নতা আছে কী? কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহলকে রাবিং অ্যালকোহল বলে এবং এর সংকেত: $CH_3–CH–CH_3$ (মাঝের C-এ OH যুক্ত)

```
CH3–CH– CH3
     |
     OH
```

খ ইথানল ও ইথানয়িক এসিড উভয়ই পানির সাথে হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে এতে দ্রবণীয় হয়। ইথানয়িক এসিডের অধিক পোলারিটির কারণে পানির সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন দৃঢ়ভাবে ঘটতে পারে কিন্তু ইথানলের হাইড্রোজেন বন্ধন তেমনটা দৃঢ়ভাবে ঘটতে পারে না, তাই ইথানয়িক এসিড ইথানলের চেয়ে পানিতে অধিক পরিমাণে দ্রবণীয় হয়।

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

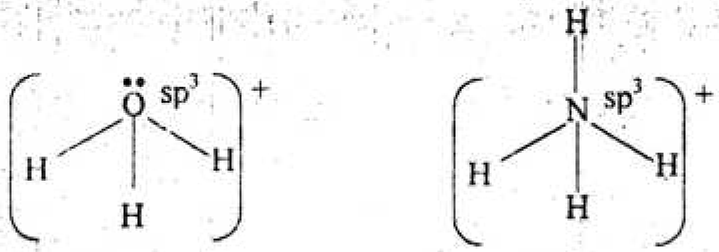
ঘ উদ্দীপকের X ও Y মৌল দুইটির পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 7 ও 8 ; সুতরাং মৌল দুইটি যথাক্রমে N ও O।

i. $H_2O + H^+ \longrightarrow H_3O^+\ (A)$

ii. $NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+\ (B)$

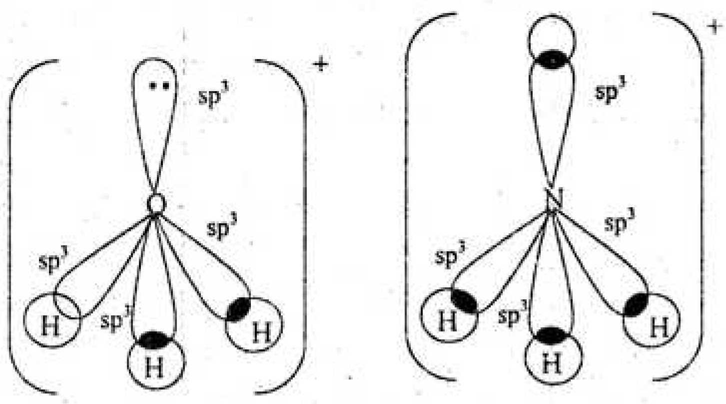
সমীকরণ থেকে পাই X হলো হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) ও Y হলো অ্যামোনিয়াম আয়ন ($\overset{+}{N}H_4$)

H_3O^+ ও $\overset{+}{N}H_4$ আয়ন দুইটির কেন্দ্রীয় পরমাণুর সংকরণ অবস্থা একই এবং O ও N উভয়ই sp^3 সংকরিত। কিন্তু H_3O^+ এর অণুতে একটি মুক্তজোড়া ইলেকট্রন থাকায় এর আকৃতি পিরামিডীয়। $\overset{+}{N}H_4$ এর অণুতে কোনো মুক্তজোড় ইলেকট্রন নেই; তাই এর আকৃতি চতুস্তলকীয়।



পিরামিডীয় (H_3O^+) চতুস্থলীয় (N^+H_4)

অতএব, H_3O^+ ও $\overset{+}{N}H_4$ এর সংকরণ একই (sp^3) হলেও আকৃতির ভিন্নতা আছে। এদের অরবিটাল চিত্র নিম্নরূপ–



$\angle HOH = 107°$ $\angle HNH = 109° 28'$

প্রশ্ন ▶১০৫ M ও N মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 6 ও 14। M মৌলটি হাইড্রোজেনের সাথে MH_4 যৌগ গঠন করলেও N মৌলটি তা করে না। অপরদিকে M ও N উভয়েই অক্সিজেনের সাথে ডাই অক্সাইড গঠন করে।

[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

ক. নিকটোজেন কী? ১

খ. সোডিয়াম Na^{2+} আয়ন গঠন করে না কেন? ২

গ. MH_4 যৌগের আণবিক গঠন বর্ণনা করো। ৩

ঘ. M ও N এর ডাই অক্সাইডের ভৌত অবস্থার ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

১০৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যায় সারণির গ্রুপ VA-এর মৌলসমূহকে একত্রে নিকটোজেন বলে।

খ Na পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, ৩য় পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের পরমাণু অপেক্ষা বেশি হওয়ায়, Na এর প্রথম আয়নিকরণ শক্তি কম হয়। Na^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস Ne এর অনুরূপ হওয়ায় ইলেকট্রন বিন্যাসটি স্থিতিশীল হয়। Na^+ আয়নের ব্যাসার্ধ (0.095 nm) এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.157 nm অপেক্ষা কম। তাই Na^+ এর বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় ফলে Na^+ আয়নস্থ বহিঃস্থ কক্ষপথ হতে ইলেকট্রন অপসারণে প্রচুর শক্তির (4562 kJ/mol) প্রয়োজন হয়, বিধায় Na^+ হতে আরও একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে Na^{2+} গঠন সম্ভবপর নয়।

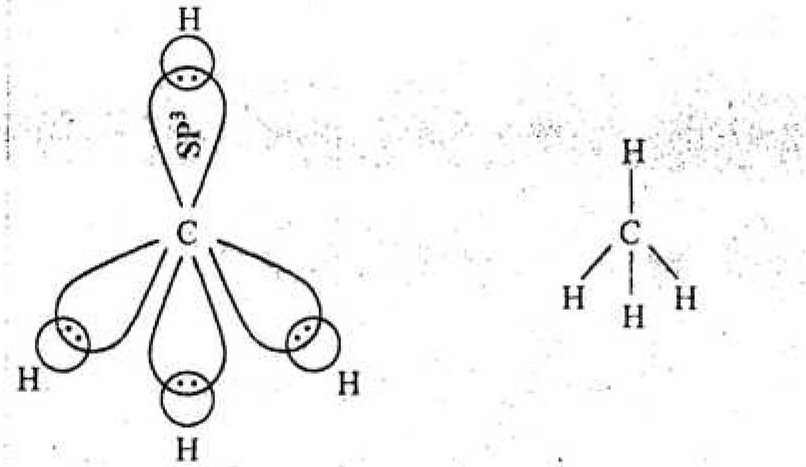
গ CH_4 এর আণবিক গঠন নিম্নে বর্ণনা করা হল–

$C(6) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$

$*C(6) \longrightarrow 1s^1 \underbrace{2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1}_{sp^3 \text{ সংকরায়ন}}$

$H(1) \longrightarrow 1s$

CH_4 অণু সৃষ্টির সময় C পরমাণুতে sp^3 সংকরায়ণ হয়। সৃষ্ট চারটি সংকর অরবিটালের প্রত্যেকটিতে একটি করে ইলেকট্রন থাকে। চারটি সংকর অরবিটালের প্রত্যেকটি একটি করে H-পরমাণুর $1s^1$ অরবিটালের সাথে সামনাসামনি অধিক্রমনের মাধ্যমে σ-বন্ধন গঠন করে।



চিত্র : CH_4 অণুর গঠন

সুতরাং, CH_4 অণুতে sp^3 সংকরায়ন হওয়ায় অণুর আকৃতি হয় সুষম চতুস্তলকীয় এবং বন্ধন কোণ হয় 109.5°।

ঘ ১৮(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১০৬ (i) $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ (ii) $[Zn(NH_3)_4]SO_4$ (iii) XeF_6

[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

ক. আন্তঃহ্যালোজেন যৌগ কী? ১

খ. বরফ পানিতে ভাসে কেন? ২

গ. (iii) নং যৌগের গঠন বর্ণনা করো। ৩

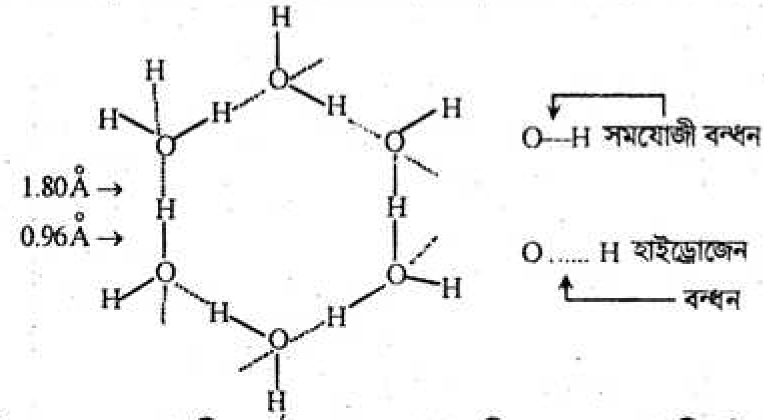
ঘ. (i) ও (ii)নং যৌগের কোনটি রঙিন আয়ন গঠন করে–বিশ্লেষণ করো। ৪

১০৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হ্যালোজেনসমূহ (F, Cl, Br, I, At) নিজেদের সাথে যুক্ত হয়ে যৌগ তৈরি করতে পারে। এদেরকে আন্তঃহ্যালোজেন যৌগ বলে।

খ বরফ পানিতে ভাসার কারণ–

বরফের একটি কেলাস বা স্ফটিককে এক গুচ্ছ পানি অণু হিসেবে বিবেচনা করা হয় অর্থাৎ, বরফের সংকেত $(H_2O)_n$ ধরা হয়। বরফের অণুতে প্রতিটি অক্সিজেন চারটি হাইড্রোজেনের সাথে যুক্ত থাকে। এর মধ্যে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ। অন্য দুটি হাইডোজেন পরমাণু H-বন্ধনে আবদ্ধ। চারটি হাইড্রোজেন চতুস্তলকীয়ভাবে অক্সিজেনের চারদিকে অবস্থান করে তাই বরফের কেলাসে বহু ফাঁকা জায়গা থেকে যায়। তাই বরফ পানিতে ভাসে।



চিত্র: বরফের আণবিক গঠন। বৃত্ত দ্বারা অক্সিজেন পরমাণু নির্দেশ করা হয়েছে, সাধারণ সরলরেখা (—) দ্বারা সমযোজী বন্ধন এবং ডট লাইন (......) দ্বারা হাইড্রোজেন বন্ধন বোঝানো হয়েছে।

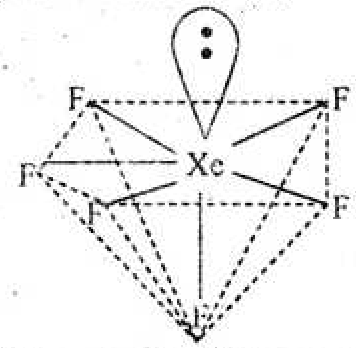
গ (iii) নং যৌগটি হচ্ছে XeF_6। নিম্নে এর গঠন বর্ণনা করা হল–

সাধারণ অবস্থায় Xe-এর ইলেকট্রন বিন্যাস :

$Xe(54) \rightarrow 1s^2 2s^2 3p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p_x^2 5p_y^2 5p_z^2$

XeF_6 গঠনকালে Xe এর ইলেকট্রন বিন্যাস : Xe এর যোজ্যতা স্তরের 5p অরবিটালের তিনটি যুগল ভেঙে তিনটি ইলেকট্রন খালি পরবর্তী 5d

অরবিটালে উত্তোলিত হলে তখন Xe এর ৩য় উদ্দীপিত ইলেকট্রন বিন্যাস হয় .... $5s^2$ $\boxed{5p_x^1\, 5p_y^1\, 5p_z^1\, 5d_{xy}^1\, 5d_{yz}^1\, 5d_{zx}^1}$ যাতে ছয়টি বিজোড় ইলেকট্রন আছে। তখন Xe পরমাণু sp^3d^3 সংকরণে সৃষ্ট সাতটি সংকর অরবিটালের মধ্যে বিজোড় ইলেকট্রনযুক্ত ছয়টি সংকর অরবিটাল দ্বারা ছয়টি F পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধন দ্বারা জেনন হেক্সাফ্লোরাইড (XeF_6) গঠন করে। তখন ছয়টি F পরমাণু সহযোগে Xe পরমাণু পঞ্চ-কোণাকার দ্বি-পিরামিড গঠন সৃষ্টি করে। দ্বি-পিরামিডের উপর বা নিচের কোনটি কোণায় একটি নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল থাকে এবং অপর ছয়টি কোণায় ছয়টি F পরমাণুর বন্ধন ইলেকট্রন যুগল দ্বারা আবদ্ধ থাকে। তাই XeF_6 এর গঠন পঞ্চ-কোণাকার বা পঞ্চভুজীয় দ্বি-পিরামিডীয় হয়।



চিত্র: XeF_6 এর গাঠনিক সংকেত

ঘ ৩৮(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১০৭

শ্রেণি / পর্যায়	1	2	14	15	17
2				G	A
3	C	D	E	F	B

[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. MSDS কি? ১
খ. সমআয়ন প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের FB_3 ও FB_5 যোগ গঠন করলেও GB_5 গঠন করে না– ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের 'B' পৃথকভাবে C, D ও E এর যৌগগুলোর প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MSDS হচ্ছে Material Safety Data Sheets অর্থাৎ এটি এমন একটি তালিকা যাতে, রাসায়নিক পরীক্ষণে ব্যবহৃত কেমিক্যালগুলোর নাম, তাদের সতর্ক ব্যবহার ও সম্ভাব্য ঝুঁকি সম্পর্কে নির্দেশিকা দেয়া থাকে।

খ দ্রবণে সমআয়ন উপস্থিত থাকলে কোনো লবণের দ্রাব্যতার যে পরিবর্তন ঘটে তাকে সমআয়ন প্রভাব বলে। যেমন : NaCl এর জলীয় দ্রবণে যদি AgCl দ্রবীভূত করা হয় তাহলে উভয় যৌগের সাধারণ আয়ন Cl^- এর পরিমাণ বেড়ে যাবে ও NaCl এর দ্রাব্যতার হ্রাস পাবে। এটিই সমআয়ন প্রভাব।

গ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ উদ্দীপকে C, D, E ও B মৌলগুলোর পর্যায় সারণীর। তৃতীয় পর্যায়ের যথাক্রমে গ্রুপ 1, 2, 14 ও 17 এর মৌল। সুতরাং, মৌলগুলো হলো যথাক্রমে Na, Mg, Si ও Cl। B মৌল অর্থাৎ Cl, C, D ও E মৌলগুলো অর্থাৎ Na, Mg ও Si এর সাথে পৃথকভাবে NaCl, $MgCl_2$ ও $SiCl_4$ উৎপন্ন করে।

Na, Mg, Si ও Cl এর ইলেকট্রন বিন্যাস:

$_{11}Na \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^1$

$_{12}Mg \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2$

$_{14}Si \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2 3px^1\, 3py^1$

$_{17}Cl \rightarrow 1s^2\, 2s^2\, 2p^6\, 3s^2 3px^2\, 3py^2 3pz^1$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায়, Na, Mg, Si ও Cl এর শেষ কক্ষপথে যথাক্রমে 1, 2, 4 ও 7 টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের বিন্যাস অর্জনের জন্য Na তার শেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন ত্যাগ করে ও Cl তা গ্রহণ করে আয়নিক যৌগ NaCl উৎপন্ন করে। আবার,নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের বিন্যাস অর্জনের জন্য Mg তার শেষ কক্ষপথের ২টি ইলেকট্রন দান করে ও 2টি Cl পরমাণু প্রত্যেকে 1টি করে গ্রহণ করে অষ্টক পূর্ণ করে ও আয়নিক যৌগ $MgCl_2$ উৎপন্ন করে। $SiCl_4$ এর ক্ষেত্রে, Si এর শেষ কক্ষপথের 4টি ইলেকট্রন ত্যাগ করা কঠিন। তাই Si অষ্টক পূরনের জন্য তার 4টি ইলেকট্রন, 4টি Cl পরমাণুর শেষ কক্ষপথের 4টি বিজোড় ইলেকট্রনের সাথে শেয়ার করে ও সমযোজী যৌগ $SiCl_4$ উৎপন্ন করে।

সুতরাং বলা যায়, যৌগ তিনটির মধ্যে NaCl ও $MgCl_2$ আয়নিক এবং $SiCl_4$ সমযোজী প্রকৃতির।

প্রশ্ন ▶১০৮ A ও B দু'টি ধারাবাহিক দ্বিপরমাণুক মৌল। B মৌলটি অপেক্ষাকৃত সক্রিয়। *[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ]*

ক. মল্ট কি? ১
খ. 2d অরবিটাল সম্ভব নয় কেন? ২
গ. A ও B মৌল দু'টির আয়নিকরণ শক্তি ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. A ও B মৌলের হাইড্রাইডের জ্যামিতিক আকৃতি ও স্ফুটনাঙ্ক আলোচনা কর। ৪

১০৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বার্লির দানাকে পানিতে 15°C তাপমাত্রায় অন্ধকারে খোলা অবস্থায় রেখে দিলে বার্লির দানা অঙ্কুরিত হয় এবং এই অঙ্কুরিত শুষ্ক বার্লির দানার গুঁড়াই হলো মল্ট।

খ আমরা জানি, কোনো প্রধান শক্তিস্তরে উপস্তর সংখ্যা সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার উপর নির্ভর করে। 2d- অরবিটালটি দ্বিতীয় শক্তিস্তরের অরবিটাল। দ্বিতীয় শক্তিস্তরের ক্ষেত্রে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, $n = 2$। $n = 2$ হলে সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হয় $l = 0, 1$। যেখানে $l = 0$ হলে s অরবিটাল এবং $l = 1$ হলে p অরবিটাল হয়। কিন্তু d অরবিটালের জন্য l এর মান হতে হবে 2। এখানে যেহেতু n এর মান 2 তাই l এর মান হবে 0 হতে $(n - 1)$ পর্যন্ত। তাই d অরবিটাল অর্থাৎ ২য় শক্তিস্তরে 2d অরবিটাল সম্ভব নয়।

গ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১০৯

IA	IVA	VIIA
	A	X
P	B	Y

A এর যোজনী স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ : $2s^2\, 2p^2$। *[চট্টগ্রাম কলেজ]*

ক. N-ফিক্সেশন বলতে কি বুঝ? ১
খ. কোন নমুনায় BOD অপেক্ষা COD এর মান বেশী হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের A ও Y দ্বারা গঠিত যৌগের আকৃতি ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপক অনুযায়ী A ও X এবং P ও X দ্বারা গঠিত যৌগদ্বয়ের স্ফুটনাংকের পার্থক্য যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১০৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বায়ুস্থ নাইট্রোজেনকে যৌগে রূপান্তর করে ব্যবহার উপযোগী করে আবদ্ধ রাখার প্রক্রিয়াকে নাইট্রোজেন ফিক্সেশন বা আবদ্ধকরণ বলে।

খ কোনো নমুনায় BOD অপেক্ষা COD এর মান বেশি। কারণ BOD শুধু জৈব অপদ্রব্য জারণের জন্য ব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ এবং COD এর মান কোন পানির নমুনায় উপস্থিত জৈব-অজৈব উভয় ধরনের মোট দূষণ জারণের জন্য প্রয়োজনীয় O_2 এর পরিমাণ প্রকাশ করে।

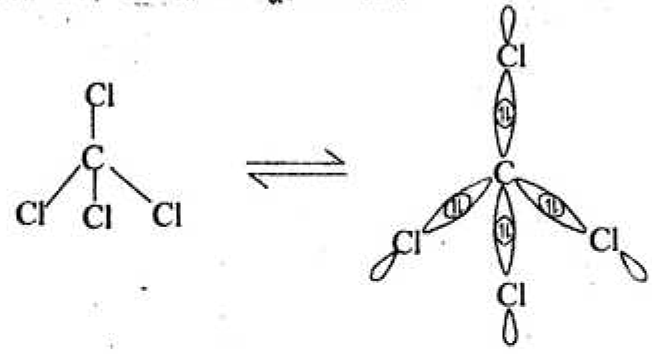
গ উদ্দীপকে A মৌলটি হল কার্বন (C) এবং মৌলটি হল ক্লোরিন (Cl)। মৌলদ্বয় একত্রিত হয়ে কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) গঠন করে। কার্বন পরমাণুর ইলেকটন বিন্যাস, $C(b) = 1s^2\,2s^2 2p^2$

$$^{*}C \rightarrow 1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1 \rightarrow 1s^2 2(sp^3) 2(sp^3)^1 2(sp^3)^1 2(sp^3)^1$$

ক্লোরিনের ইলেকট্রন বিন্যাস,

$$Cl(17) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$$

ফলে কার্বন sp^3 সংকরায়নে মাধ্যমে CCl_4 যৌগ গঠন করে। কারণ, উত্তেজিত অবস্থায় কার্বনের 2s, $2p_x$, $2p_y$, $2P_z$ অরবিটাল সমূহে একটি করে ইলেকট্রন থাকে এবং ক্লোরিনে $3p_z$ অরবিটালে 1টি ইলেকট্রন থাকে। ফলে এরা যুগপদভাবে যুক্ত হয়ে sp^3 সংকরায়নের মাধ্যমে CCl_4 গঠন করে এবং যার আকার চতুস্থলকীয়।

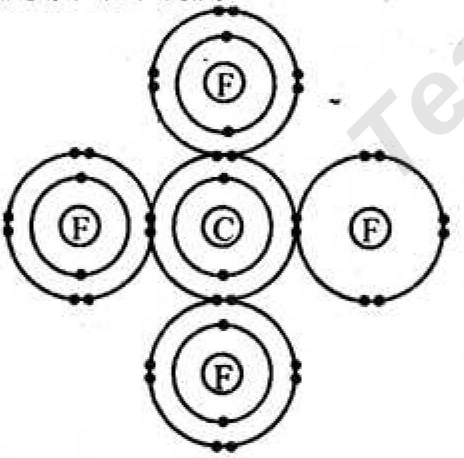


কার্বন টেট্রাক্লোরাইড

ঘ উদ্দীপকে উল্লেখিত A ও X দ্বারা গঠিত যৌগ CF_4 (কার্বন টেট্রাক্লোরাইড)

অন্যদিকে P ও X দ্বারা গঠিত যৌগটি হল NaF (সোডিয়াম ফ্লোরাইড)

কার্বন টেট্রাক্লোরাইড একটি সমযোজী যৌগ। কারণ, কার্বনের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা ৬ এবং বহিঃস্থ স্তরে রয়েছে 4টি ইলেকট্রন। অতএব এর অষ্টক পূরণ করতে প্রয়োজন আরো 4টি ইলেকট্রন। আবার, ফ্লোরিনের শেষ কক্ষপথে আছে 7টি ইলেকট্রন এর অষ্টক পূরণের জন্য প্রয়োজন 1টি ইলেকট্রন। তাই কার্বন এবং ক্লোরিন ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে সমযোজী যৌগ গঠন করে।



চিত্র- কার্বনটেট্রাফ্লোরাইড [CF_4]

অন্যদিকে, Na এর ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^1$ যার কারণে খুব সহজেই একটি ইলেকট্রন দান করতে পারে যা গ্রহণ করে ফ্লোরিনের অষ্টকপূর্ণ হয়। তাই NaF বন্ধন আয়নিক যৌগ।

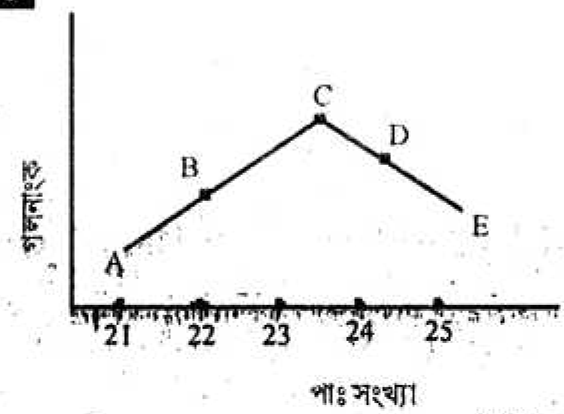


[NaF]

আয়নিক বন্ধন হওয়ার কারণে NaF এর স্ফুটনাংক CF_4 এর তুলনায় অনেক বেশি এবং তা প্রায় ৯৯৩°C অন্যদিকে CF_4 এর স্ফুটনাংক -১২৭.৮°C।

অতএব, NaF এর স্ফুটনাংক CCl_4 অপেক্ষা বেশি।

প্রশ্ন ▶ ১১০



[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. COD কী? ১

খ. পেটের ভিতর এসিড প্রবেশ করলে কী করা উচিত? ২

গ. উদ্দীপকের A মৌলটি রঙিন যৌগ গঠন না করলেও D করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের লেখচিত্রে A, C ও E এর অবস্থানের ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক COD এর পূর্ণরূপ Chemical Oxyzen Demand

খ পেটের ভেতর এসিড প্রবেশ করলে করণীয়: কোনো কারণে পেটের ভেতরে এসিড গেলে সাথে সাথে 5% সাবান দ্রবণের সামান্য পরিমাণ খাওয়াতে হবে এবং সাবান দ্রবণ দিয়ে বারবার মুখ পরিষ্কার করতে হবে। এরপর 3/4 গ্লাস সাধারণ পানি পান করতে হবে। যদি এসিডে ঠোঁট ও গলা ঝলসে যায় তাহলে সাথে সাথে পর্যাপ্ত পরিষ্কার পানি দিয়ে ধুতে হবে এবং অবশেষে ক্ষতস্থান 2% $NaHCO_3$ দ্রবণ দিয়ে ধুতে হবে। দেরি না করে ডাক্তারের শরণাপন্ন হতে হবে।

গ ২২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১১

২য় পর্যায়ের মৌল	পারমাণবিক সংখ্যা	3	4	5	6	7	8	9
	আয়নিকরণ শক্তি $kJmol^{-1}$	520	900	800	1086	1403	1314	1680

[বেপজা পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. ফাজানের নীতি কী? ১

খ. সকল অবস্থান্তর মৌল d ব্লক কিন্তু সব d ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলসমূহের মধ্যে কোন মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান পর্যায় সারণিতে সর্বাধিক-ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলসমূহের আয়নীকরণ বিভবের ক্রম পরিবর্তন যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন আয়নিক যৌগের ক্যাটায়ন দ্বারা অ্যানায়নের যত বেশি পোলারায়ন হবে, যৌগটির প্রকৃতি আদর্শ আয়নিক বন্ধনের প্রকৃতি থেকে তত বেশি বিচ্যুত হবে।

খ যে সকল মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d-অরবিটালে প্রবেশ করে, তাদেরকে d-ব্লক মৌল বলে। অপরদিকে যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের d-অরবিটাল আংশিকভাবে (d^{1-9}) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। যেমন-

$${}_{21}Sc \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$$

$$Sc^{+3} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$$

সুতরাং প্রদত্ত সংজ্ঞানুযায়ী দেখা যায় Sc, d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়। কারণ এর সুস্থিত আয়নের (Sc^{3+}) d অরবিটালে কোনো ইলেকট্রন নেই। তাই বলা যায় সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল কিন্তু সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ উদ্দীপকের 9 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল তথা F এর তড়িৎ ঋণাত্মক মান পর্যায় সারণিতে সর্বাধিক।
একই গ্রুপে যত নিচের দিকে যাওয়া যায় পরমাণুর আকার বাড়ে ফলে নিউক্লিয়াসের সাথে বাইরের কক্ষপথের ইলেকট্রনের বাড়ে ফলে নিউক্লিয়াসের সাথে বাইরের কক্ষপথের ইলেকট্রনের আকর্ষণ কমে। এর জন্য তড়িৎ ঋণাত্মকতা কমে। আবার একই পর্যায়ে যত বাম থেকে ডানে যাওয়া হয় পরমাণুর আকার বাড়ার ফলে পরমাণুর তড়িৎ ঋণাত্মকতা বাড়ে। এই দুটি বৈশিষ্ট্য খেয়াল করলে দেখা যায় নিষ্ক্রিয় গ্যাস বাদে পর্যায় সারণিতে অধাতুর মধ্যে F আকারে সবচেয়ে ছোট মৌল। তাই পর্যায় সারণিতে F সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতাবিশিষ্ট মৌল।

ঘ ৩৭(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১২ A) CCl_4 B) $BeCl_2$ C) NH_3 D) H_2O

[বেপজা পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. সংকরায়ণ কী? ১
খ. নাইট্রোজেনের প্রথম আয়নীকরণ বিভব অক্সিজেনের প্রথম আয়নীকরণ বিভব অপেক্ষা বেশি কেন? ২
গ. B নং যৌগের সংকরায়ণ প্রণালী আলোচনা কর। ৩
ঘ. C ও D যৌগের আকৃতি ও বন্ধন কোণের উপর মুক্তজোড় ইলেকট্রনের প্রভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

১১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুই বা ততোধিক ভিন্ন কিন্তু কাছাকাছি শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটাল তৈরির প্রক্রিয়াকে সংকরায়ন বা হাইব্রিডাইজেশন বলে।

খ নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$N(7) = 1s^2\ 2s^2 2p_x{}^1 2p_y{}^1 2p_z{}^1$
$O\ (8) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x{}^2 2p_y{}^1\ 2p_z{}^1$

প্রদত্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় নাইট্রোজেন পরমাণুর বহিঃস্তরে তিনটি অরবিটালে তিনটি ইলেকট্রন সুষমভাবে বিন্যস্ত। এই তিন অরবিটালে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব যেমন সমান তেমনি ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিকও একই। ফলে নাইট্রোজেন একটি সুস্থিত কাঠামো লাভ করে। ফলে নাইট্রোজেনের পরমাণু থেকে ইলেকট্রন সরানো কঠিন। কিন্তু অক্সিজেনের ক্ষেত্রে এ ধরনের সুস্থিত কাঠামো অর্জিত হয় না। তাই নাইট্রোজেনের আয়নীকরণ বিভব অক্সিজেন অপেক্ষা বেশি।

গ ৩৫ নং প্রশ্নের 'গ' নং দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৪ নং প্রশ্নের 'ঘ' নং এর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১১৩

গ্রুপ → / ↓পর্যায়	1	17
1	A	
2		C
3	B	D

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. প্রভাবক বিবর্ধক কী? ১
খ. একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও হাইড্রোজেনের পারমানবিক বর্ণালীতে অনেক রেখা দেখা যায় কেন? ২
গ. AC যৌগে বিদ্যমান বন্ধনসমূহ ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. AC এবং AD এর মধ্যে কোনটি পোলারিটি বেশি কারণসহ আলোচনা কর। ৪

১১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

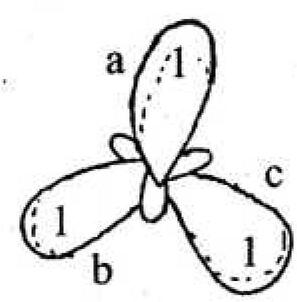
ক যে সকল বস্তু নিজে বিক্রিয়ার গতিকে প্রভাবিত করতে পারে না কিন্তু প্রভাবকের সাথে উপস্থিত থেকে বিক্রিয়ার গতিকে বৃদ্ধি করে তাদেরকে প্রভাবক বিবর্ধক বলা হয়

খ হাইড্রোজেন পরমাণুতে 1টি মাত্র ইলেকট্রন বিদ্যমান যা স্বাভাবিক অবস্থায় কম শক্তি সম্পন্ন স্তরে অবস্থান করে। বিশুদ্ধ H_2 গ্যাসকে শক্তি প্রদান করা হলে ঐ ইলেকট্রন শক্তি অর্জন করে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন স্তরে গমন করে। আবার শক্তি বিকিরণ করে উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্নে বিভিন্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসতে পারে। এক্ষেত্রে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ বিভিন্ন হওয়ায় বর্ণালীতে অনেকগুলো রেখার উদ্ভব হয়।
তাই হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও এর পারমাণবিক বর্ণালীতে একাধিক রেখা দেখা যায়।

গ ২১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের A মৌলটি পর্যায় সারণির ১ম পর্যায়ে 1 নং গ্রুপে অবস্থিত, সুতরাং A মৌলটি হাইড্রোজেন (H) C ও D মৌলদ্বয় ২য় ও ৩য় পর্যায়ে এবং 17 নং গ্রুপে অবস্থিত হওয়ায়, মৌল দুইটি যথাক্রমে ফ্লোরিন (F) ও ক্লোরিন (Cl)।
সুতরাং AC ও AD যৌগদ্বয় যথাক্রমে HF ও HCl; HF ও HCl এর মধ্যে HF এর পোলারিটি HCl এর চেয়ে বেশি।
সমযোজী যৌগের মধ্যে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য যত বেশি পোলারিটি তত বেশি সৃষ্টি হবে।
HF যৌগে H ও F এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান যথাক্রমে 2.1 ও 4.0।
তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য (4.0–2.1) বা 1.9।
আবার HCl যৌগের Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান 3.0।
HCl এর তড়িৎ ঋণাত্মকার পার্থক্য (3.0 – 2.1), বা 0.9।
HF এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের মান (1.9), HCl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের চেয়ে বেশি, তাই HF এর পোলারিটি HCl এর চেয়ে বেশি।

প্রশ্ন ▶ ১১৪

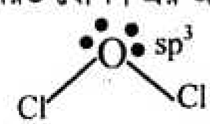


[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. Cl_2O এর গঠন চিত্র দাও। ১
খ. $FeCl_2$ এর অপেক্ষা $FeCl_3$ গলনাঙ্ক কম কেন? ২
গ. উদ্দীপক মডেলটির অরবিটাল হাইব্রিডাইজেশন বর্ণনা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপক মডেলটির মৌলটির সাথে ফ্লোরিনের বিক্রিয়ায় গঠিত যৌগের গঠন অরবিটাল চিত্রের মাধ্যমে দেখাও এবং এর বন্ধন কোণসহ আকৃতি বর্ণনা করো। ৪

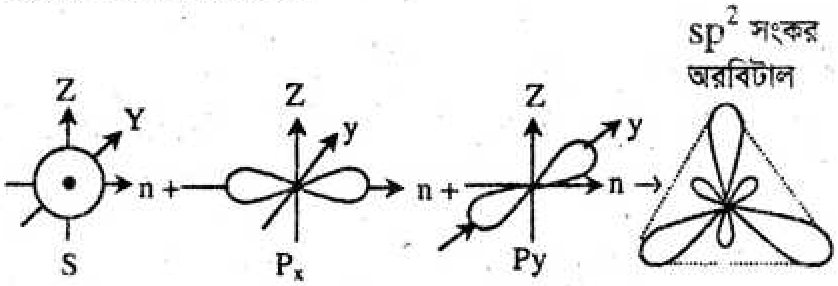
১১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক Cl_2O হলো sp^3 সংকরিত যৌগ। এর আকৃতি কৌণিক।



খ Fe^{3+} এর আয়নিক ব্যাসার্ধ 0.60Å এবং Fe^{2+} এর আয়নিক ব্যাসার্ধ 0.75Å। ফাযানের নীতি অনুযায়ী, কোনো তড়িৎযোজী বন্ধনে অংশগ্রহণকারী ক্যাটায়নের আকার যতো ছোট হয়, তার অ্যানায়নকে পোলারায়িত করার সামর্থ্যও তার অধিক হয়। ক্যাটায়নের ব্যাসার্ধ কম হলে চার্জ ঘনত্বের মাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং নিউক্লিয়াস হতে ইলেকট্রন মেঘের প্রতি আকর্ষণও বৃদ্ধি পায়। ফলে, তড়িৎযোজী বন্ধনের সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেড়ে যায়। তাই $FeCl_3$ লবণের সমযোজী বৈশিষ্ট্য $FeCl_2$ লবণের চেয়ে অধিকতর হয়। সমযোজী যৌগের গলনাংক তুলনামূলকভাবে কম হয়। তাই $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ এর গলনাংক কম হয়।

গ উদ্দীপকের মডেলটিতে sp^2 সংকরণ পরিলক্ষিত হয়। বিক্রিয়াকালে পরমাণুটির যোজ্যতা স্তরের একটি s অরবিটাল দুটি p অরবিটালের মধ্যে সংমিশ্রণ ও পরে তিনটি সমশক্তির অরবিটাল সৃষ্টির মাধ্যমে এ ধরনের সংকরণ তৈরি হয়।



এ ধরনের সংকরণে সৃষ্ট অরবিটাল সমূহ কেন্দ্রে পরস্পরের সাথে 120° কোণ উৎপন্ন করে।

ঘ উদ্দীপকের মডেলটিতে ২য় স্তর বিশিষ্ট তিনটি সংকরিত sp^2 অরবিটাল বিদ্যমান। এমন সংকরায়ন বোরনের সাথে সামঞ্জস্য পূর্ণ। বোরণের সাথে ফ্লোরিনের বিক্রিয়ায় বোরণ ট্রাইক্লোরাড গঠিত হয়। বোরণ পরমাণুর স্বাভাবিক ইলেকট্রন বিন্যাসে ১টি অযুগ্ম ইলেকট্রন আছে।

$B(5) = 1s^2 2s^2 2p^1_x 2p_y^0 2p_z^0$

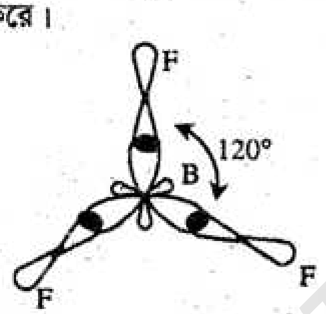
উদ্দীপিত অবস্থায় 2s অরবিটালের একটি ইলেকট্রন $2p_y$-এ স্থানান্তরের ফলে তিনটি অযুগ্ম ইলেকট্রন তৈরি করে।

উদ্দীপিত অবস্থায় : $B^* (5) = 1s^2 2s^1 2p^1_x 2p_y^1 2p_z^0$

এতে বোরণ পরমাণুতে sp^2 সংকরায়ন ঘটে।

সংকরিত অবস্থায়: $B(5) = 1s^2 2\psi_1^1, 2\psi_2^1, 2\psi_3^1$

$\psi_1^1, \psi_2^1, \psi_3^1$, হলো বোরণের সংকর অরবিটাল সমূহ যারা তিনটি ফ্লোরিন পরমাণু এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট $2p_z^1$ অরবিটালের সাথে অধিক্রমন করে নিম্নরূপ গঠন তৈরি করে।



চিত্র: sp^2 সংকরণে ত্রিভুজ আকৃতির BF_3 অণুর গঠন।

উক্ত যৌগে সংকরায়িত অরবিটালসমূহ পরস্পররের সাথে 120° কোণ উৎপন্ন করে ত্রিভুজ আকৃতির BCl_3 অণু গঠন করে।

প্রশ্ন ▶ ১১৫ পাঁচটি মৌলের যোজ্যতা শেলের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নে দেওয়া হলো:

মৌল	P	Q	R	S	T	U
যোজ্যতা স্তর	ns^2np^2	ns^2	$(n+1)s^2 (n+1)p^5$	$(n+1)s^2$	$5s^25p^6$	ns^2np^5

এখানে n = 2

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. পলির বর্জন নীতিটি লেখ। ১

খ. কীভাবে তুমি দ্রবণে বিদ্যমান SO_4^{2-} আয়ন সনাক্ত করবে? বিক্রিয়াসহ দেখাও। ২

গ. QR_2 এবং SR_2 এর মধ্যে কোনটির গলনাঙ্ক বেশি? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. T এবং U মৌলদ্বয়ের সংযোগ গঠিত যৌগগুলোর সংরক্ষণ এবং আকৃতি কি হবে? যুক্তসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পলির বর্জন নীতিটি হলো– "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ SO_4^{2-} আয়ন সনাক্তকরণের জন্য মূল দ্রবণে $Ba(NO_3)_2$ যোগ করতে হবে। $Ba(NO_3)_2$ যৌগটি দ্রবণে যোগ করলে $BaSO_4$ এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়বে। ঐ অধঃক্ষেপ যদি HCl এ দ্রবীভূত না হয় তাহলে SO_4^{2-} আয়ন নিশ্চিত। এখানে সংঘটিত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$SO_4^{2-}(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \longrightarrow BaSO_4 \downarrow + NO_3^{2-}$$

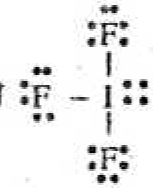
(সাদা অধঃক্ষেপ)

এই সাদা অধঃক্ষেপই দ্রবণের সালফেট আয়নের (SO_4^{2-}) উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

গ ৭৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

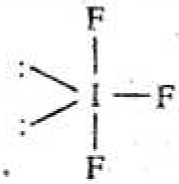
ঘ T ও U মৌলদ্বয় যথাক্রমে আয়োডিন (I) ও ফ্লোরিন (F).

I ও F মৌলদুটির সমন্বয়ে গঠিত তিনটি যৌগ IF_3, IF_5 ও IF_7

IF_3 অণুর সংকরণ sp^3d লুইস কাঠামো 

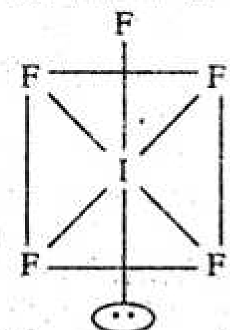
$I \rightarrow [Kr]\ 4d^{10}5s^25p^5$

IF_3 অণুর I পরমাণু তিনটি বন্ধনজোড় ইলেকট্রন ও দুটি নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রন দ্বারা পরিবেষ্টিত। সুতরাং এটি সমতলীয় ত্রিভুজাকার না হয়ে T আকৃতির হয় এবং বন্ধন কোণ 90° না হয়ে 87°40′ হয়।



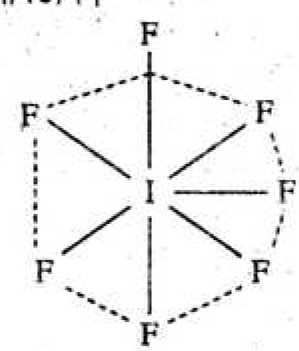
চিত্র : IF_3 অণুর গঠন

IF_5 অণুর সংকরণ sp^3d^2। IF_5 অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণু I পাঁচটি বন্ধন জোড় ইলেকট্রন ও একটি নিঃসঙ্গ জোড় ইলেকট্রন দ্বারা পরিবেষ্টিত। সুতরাং IF_5 এর আকার অষ্টতলকীয় না হয়ে সমতলীয় বর্গাকার হবে।



চিত্র : IF_5 অণুর গঠন

IF_7 অণুর সংকরায়ণ sp^3d^3। IF_7 অণুর কেন্দ্রীয় পরমাণু I সাতটি বন্ধনজোড় ইলেকট্রন দ্বারা পরিবেষ্টিত। সুতরাং IF_7 এর আকৃতি হবে পেন্টাগোনাল বাই পিরামিডাল।



চিত্র : IF_5 অণুর গঠন

প্রশ্ন ▶ ১১৬

পারমাণবিক সংখ্যা	3	4	5	6	7	8	9
আয়নিকরণ শক্তি kJ/mole	520	899	801	1080	1402	1314	1680

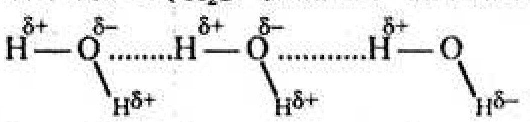
[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. pH কী? ১
খ. পানি তরল কিন্তু H_2S গ্যাসীয়– ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উপর্যুক্ত মৌলগুলোর আকারের ভিন্নতা ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. আয়নিকরণ শক্তির পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তনে কিছু ভিন্নতা লক্ষ করা হয়– ব্যাখ্যা কর। ৪

১১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে।

খ পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল অক্সিজেন ও সালফারের হাইড্রাইড হলো যথাক্রমে H_2O ও H_2S। তাই H_2O এবং H_2S এর ধর্মে মিল থাকা স্বাভাবিক। কিন্তু কক্ষ তাপমাত্রায় H_2O তরল এবং H_2S গ্যাস প্রকৃতির হয়। এর অন্যতম কারণ হলো পানি পোলার অণু। অপরদিকে H_2S হলো অপোলার। পোলার পানির অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায়। ফলে পানি তরল হয়। কিন্তু H_2S অপোলার বিধায় এতে শুধুমাত্র দুর্বল ভানডার ওয়ালস বল কাজ করে তাই H_2S গ্যাসীয় অবস্থায় বিরাজ করে।

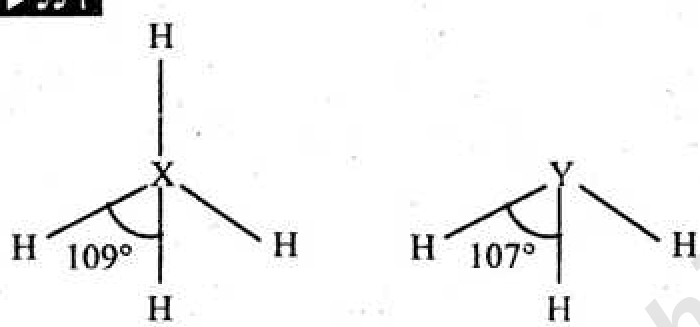


চিত্র: পানির অণুসমূহের মধ্যে H বন্ধন (.......)

গ ৩৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৭



(A) (B)

x ও y এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 6 ও 7।

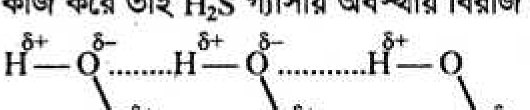
[সিলেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিলেট]

ক. অরবিটাল সংকরণ কি? ১
খ. কক্ষতাপমাত্রায় H_2O তরল কিন্তু H_2S গ্যাস– ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের A যৌগটির অরবিটাল চিত্রসহ সংকরণ ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের A ও B যৌগের বন্ধন কোণের ভিন্নতার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

১১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিক্রিয়াকালে কোনো পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের বিভিন্ন অরবিটালসমূহ পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে পরে সমশক্তির অরবিটাল সৃষ্টি করার প্রক্রিয়াকে অরবিটাল সংকরণ বলা হয়।

খ পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল অক্সিজেন ও সালফারের হাইড্রাইড হলো যথাক্রমে H_2O ও H_2S। তাই H_2O এবং H_2S এর ধর্মে মিল থাকা স্বাভাবিক। কিন্তু কক্ষ তাপমাত্রায় H_2O তরল এবং H_2S গ্যাস প্রকৃতির হয়। এর অন্যতম কারণ হলো পানি পোলার অণু। অপরদিকে H_2S হলো অপোলার। পোলার পানির অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায়। ফলে পানি তরল হয়। কিন্তু H_2S অপোলার বিধায় এতে শুধুমাত্র দুর্বল ভানডার ওয়ালস বল কাজ করে তাই H_2S গ্যাসীয় অবস্থায় বিরাজ করে।



চিত্র: পানির অণুসমূহের মধ্যে H বন্ধন (.......)

গ ১১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১১৮



[সিলেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিলেট]

ক. হাইড্রোজেন বন্ধন কি? ১
খ. গ্রাফাইট বিদ্যুৎ পরিবহন করে কিন্তু হীরক করে না– ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকে E মৌলের আয়নিকরণ শক্তি সর্বাধিক কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে B ও D এর আয়নিকরণ শক্তি যথাক্রমে A ও C এর চেয়ে কম কেন? আলোচনা কর। ৪

১১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত দুটি পোলার সমযোজী অণু পরস্পরের নিকটবর্তী হলে, একটি অণুর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে অপর অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দুর্বল আকর্ষণী বল দ্বারা সৃষ্ট বন্ধনকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

খ হীরক ও গ্রাফাইট কার্বনের দুটি রূপভেদ। গ্রাফাইটের আণবিক গঠনে প্রতিটি কার্বন পরমাণু অপর তিনটি কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত থাকে। ফলে প্রতিটি কার্বন পরমাণুতেই 1টি করে ইলেকট্রন মুক্ত অবস্থায় থাকে। এ মুক্ত ইলেকট্রনের কারণেই গ্রাফাইট বিদ্যুৎ পরিবাহী।

গ উদ্দীপকের E মৌলটি পর্যায় সারণীর দ্বিতীয় পর্যায়ের সবডানের মৌল যার পারমাণবিক সংখ্যা 10 অর্থাৎ মৌলটি হলো নিষ্ক্রিয় মৌল নিয়ন (Ne)।

আমরা জানি, পর্যায় সারণীতে একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে আকার হ্রাস পায়, কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে গেলে ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি পেতে থাকে কিন্তু ইলেকট্রনের শক্তিরস্তর বাড়েনা বৃদ্ধি পেতে থাকে কিন্তু ইলেকট্রনের শক্তিস্তর বাড়ে না ফলে ইলেকট্রন এবং নিউক্লিয়াসের প্রতি আকর্ষণ বেড়ে যায়। ফলে আকার হ্রাস পায়, আর আয়নিকরণ শক্তিমানে হল সর্ববহিঃস্থর ইলেকট্রন অপসারণ, পরমাণুর এই ক্ষুদ্র আকারের জন্য ইলেকট্রন অপসারণের জন্য অনেক শক্তির প্রয়োজন হয়।

অপরদিকে E (নিয়ন) মৌলটি নিষ্ক্রিয় মৌল হওয়ায় অন্য কোনো মৌলের সাথে ইলেকট্রন ত্যাগ, গ্রহন বা শেয়ার করে না, কারণ নিয়ন নিজেই স্থিতিশীল। উপরোক্ত দুইটি কারণেই উদ্দীপকের E(নিয়ন) মৌলটির আয়নিকরণ শক্তি সর্বাধিক।

ঘ ১০(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৯

গ্রুপ → / পর্যায়↓	15	16
২য়	A	B
৩য়	C	D

[এম.সি একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট]

ক. আফবাউ নীতি কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl- ব্যবহৃত হয় কেন? ২

গ. A ও C-এর হাইড্রাইড-এর মধ্যে কোনটি অধিক ক্ষারধর্মী ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. A, B, C ও D এর গ্রুপভিত্তিক এবং পর্যায়ভিত্তিক আয়নিকরণ শক্তির পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। ৪

১১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো উহার অরবিটালে শক্তির উচ্চক্রম অনুসারে প্রবেশ করে। অর্থাৎ যে অরবিটালটির শক্তি (Energy) কম সেই অরবিটালটি পূর্ণ হবার পর উচ্চ শক্তির অরবিটালে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে। এ নীতিকে আউফবাউ নীতি বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)

(ইটের মত লাল)

গ A ও C এর হাইড্রাইড দুইটি যথাক্রমে NH_3 ও PH_3। NH_3, PH_3 অপেক্ষা অধিক ক্ষারধর্মী।

ক্ষারকত্ব যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণুর ইলেকট্রন ঘনত্বের উপর নির্ভর করে। এই ইলেকট্রন ঘনত্ব যত বেশি হবে ক্ষারের ইলেকট্রন জোড় দান করার প্রবণতা তত বৃদ্ধি পায়। ফলে যৌগটি অধিক ক্ষারধর্মী হয়। $\ddot{N}H_3$ ও $\ddot{P}H_3$ অণুতে একটি করে মুক্তজোড় ইলেকট্রন আছে। N এর আকার P অপেক্ষা ছোট হওয়ায় N পরমাণুর ইলেকট্রন ঘনত্ব P অপেক্ষা বেশি। সুতরাং, NH_3, PH_3 অপেক্ষা অধিক ক্ষারধর্মী।

ঘ একই গ্রুপে যতই নিচের দিকে যাওয়া যায় একটি নতুন স্তর যুক্ত হয়। ফলে সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথের ইলেকট্রনের আকর্ষণ ক্ষমতা কমে যায়। এর ফলে আয়নিকরণ শক্তি একই গ্রুপে নিচের দিকে হ্রাস পায়। অর্থাৎ A এর আয়নিকরণ শক্তি C এর থেকে বেশি হবে। এবং B এর আয়নিকরণ শক্তি D এর থেকে বেশি হবে।

আবার, একই পর্যায়ে যত ডানদিকে যাওয়া যায় সর্ববহিঃস্থ স্তরে একটি নতুন ইলেকট্রন যোগ হয় কিন্তু ইলেকট্রনের স্তর সংখ্যা বাড়ে না। ফলে অধিক ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বৃদ্ধি পায় এবং আয়নিককরণ শক্তি ও বৃদ্ধি পায়। সেই অনুযায়ী A এর আয়নিকরণ শক্তি B থেকে কম হওয়ার কথা। কিন্তু A এর সর্ববহিঃস্থ p অরবিটাল অর্ধপূর্ণ হওয়ায় একটি বেশি স্থিতিশীল। এজন্য A এর আয়নিকরণ শক্তি B অপেক্ষা বেশি হবে। অনুরূপভাবে C এর আয়নীকরণ শক্তি D অপেক্ষা বেশি হবে।

প্রশ্ন ▶১২০ A, B ও C তিনটি মৌল যাদের বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে ns^1, ns^2 এবং ns^2np^5। এখানে $n = 3$।

[এম.সি একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট]

ক. ব্লাঞ্চিং কী? ১

খ. অ্যাটম ইকোনমি বলতে কী বুঝ? ২

গ. AC- পানিতে দ্রবণীয় — ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. A ও B এর দ্বিধনাত্মক আয়ন গঠনের সম্ভাব্যতা ব্যাখ্যা কর। ৪

১২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক টুকরা করা কাঁচা খাদ্য বস্তুকে ফুটন্ত পানিতে বা ফুটন্ত পানি বাষ্পে 5-10 মিনিট উত্তপ্ত করার প্রক্রিয়াকে ব্লাঞ্চিং বলে।

খ অ্যাটম ইকোনমি হলো বিক্রিয়কসমূহকে সম্পূর্ণরূপে উৎপাদে পরিণত করার সক্ষমতা। এটিই হলো গ্রিন কেমিস্ট্রির অন্যতম মূল ভিত্তি। এক্ষেত্রে আকাঙ্খা থাকে যে সকল পরিমাণ বিক্রিয়ক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে এবং বিক্রিয়কসমূহের মোট ভর যেন উৎপাদসমূহের মোট ভরের সমান হয়। ফলে বিক্রিয়কসমূহের সর্বোচ্চ ব্যবহার নিশ্চিতকরণের মাধ্যমে বর্জ্যের পরিমাণ হ্রাস পাবে এবং সে সংক্রান্ত ব্যয়ও কমে যাবে।

কোনো বিক্রিয়ার অ্যাটম ইকোনমিকে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়—

$$AE = \frac{\text{কাঙ্খিত উৎপাদের সংকেত ভর}}{\text{সকল বিক্রিয়কের সংকেত ভরের সমষ্টি}} \times 100\%$$

গ যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে উদ্দীপকের A ও C মৌল দুটি যথাক্রমে Na ও Cl। অর্থাৎ AC যৌগটি NaCl (সোডিয়াম ক্লোরাইড)। NaCl পানিতে দ্রবণীয়।

NaCl গঠনের সময় Na পরমাণু একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Na^+ আয়ন এবং Cl পরমাণু একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে Cl^- আয়ন গঠন করে। Na^+ ও Cl^- এর মধ্যে স্থির তড়িৎ আকর্ষণের মাধ্যমে NaCl আয়নিক যৌগ উৎপন্ন হয়। পানি একটি পোলার অণু। পানির ধনাত্মক প্রান্ত NaCl এর ঋণাত্মক Cl^- প্রান্তকে আকর্ষণ করে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত NaCl এর ধনাত্মক Na^+ প্রান্তকে আকর্ষণ করে। ফলে NaCl পানিতে দ্রবণীয় হয়।

ঘ A ও B মৌল দুটি যথাক্রমে Na ও Mg। Mg এর দ্বিধনাত্মক আয়ন গঠন সম্ভব, Na এর সম্ভব নয়।

Na পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তরে একটি ইলেকট্রন বিদ্যমান। Na এর সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনটি বাইরে থেকে শক্তি প্রয়োগ করে অপসারণ করা সম্ভব। ফলে Na^+ আয়ন গঠিত হয়। Na^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস নিষ্ক্রিয় গ্যাস Ne এর ইলেকট্রন বিন্যাসের অনুরূপ। Na^+ এর সর্ববহিঃস্থ স্তর অষ্টকপূর্ণ হওয়ায় এটি অধিক স্থিতিশীল হয়। এজন্য Na^+ থেকে অতিরিক্ত আরও একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে অনেক বেশি আয়নিকরণ শক্তির প্রয়োজন হয়। ফলে Na এর দ্বিধনাত্মক আয়ন গঠন সম্ভব নয়।

অন্যদিকে বাইরে থেকে শক্তি প্রয়োগ করে Mg থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণের পর Mg^+ আয়ন গঠিত হয়। Mg^+ অধিক স্থিতিশীল না হওয়ায় ১ম আয়নিকরণ শক্তি থেকে অধিক শক্তি প্রয়োগ করে Mg^+ থেকে আরো একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে এক Mg^{2+} আয়নে পরিণত করা সম্ভব।

প্রশ্ন ▶১২১ পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের মৌল ও যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

$A \longrightarrow (n-1)\,d^6\,ns^2$

$B \longrightarrow (n-1)\,d^{10}\,ns^2$

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

ক. বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক কী? ১

খ. শিখা পরীরক্ষায় গাঢ় HCl এসিড ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. A মৌলের d উপশক্তিস্তরের ইলেকট্রনগুলোর মধ্যে চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নির্ণয় কর। ৩

ঘ. $[A(CN)_6]^{4-}$ এবং $[B(NH_3)_4]^{2+}$ গঠন সম্ভব কি না? উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ কর। ৪

১২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক সময়ে একটি বিক্রিয়ার বিক্রিয়কসমূহের ঘনমাত্রা কতটুকু হ্রাস পায় বা উৎপন্ন পদার্থের ঘনমাত্রা কতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বিক্রিয়ার গতি বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন

করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow$ $CaCl_2$ (বাষ্প)
(ইটের মত লাল)

গ A ও B মৌল দুইটি পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ে অবস্থিত। A মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ যখন n = 4

$_{26}A \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ (মোট 26টি ইলেকট্রন)

যেহেতু A মৌলে 26টি ইলেকট্রন বিদ্যমান, তাই মৌলটি আয়রন।

$_{26}Fe \longrightarrow [Ar]$ [⇅ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑] [⇅]
$3d^6$ $4s^2$

d-অরবিটাল 5 টি যথা dxy, dyz, dzx, dx^2-y^2 ও dz^2।

d- উপরের ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান নিয়ে ছকের মাধ্যমে দেখানো হলো:

উপস্তরের নাম	n এর মান	l এর মান	m এর মান	s এর মান
$3d^2_{xy}$ এর জন্য	n = 3	l = 2	m = −2	$s = +\frac{1}{2}$, $s = -\frac{1}{2}$
$3d^1_{yz}$	n = 3	l = 2	m = −1	$s = +\frac{1}{2}$
$3d^1zx$	n = 3	l = 2	m = −0	$s = +\frac{1}{2}$
$dx^2 - y^2$	n = 3	l = 2	m = −1	$s = +\frac{1}{2}$
dz^2	n = 3	l = 2	m = −2	$s = +\frac{1}{2}$

ঘ $B \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 \rightarrow$ মোট 30টি ইলেকট্রন। সুতরাং B মৌলটি জিংক (Zn)। গ উত্তর থেকে পাই A মৌলটি আয়রন (Fe)।

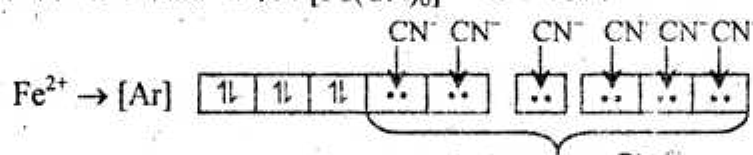
$[A(CN)_6]^{4-}$ বা $[Fe(CN)_6]^{4-}$ এর গঠন:

$Fe^{2+} \rightarrow [Ar]$ [⇅ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑]
$3d^6$

CN^- একটি শক্তিশালী লিগান্ড এবং এর প্রভাবে d-অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রন যুগ্ম হয়ে যাবে।

$Fe^{2+} \rightarrow [Ar]$ [⇅ | ⇅ | ⇅ | |] [ ] [| |]
3d 4s 4p

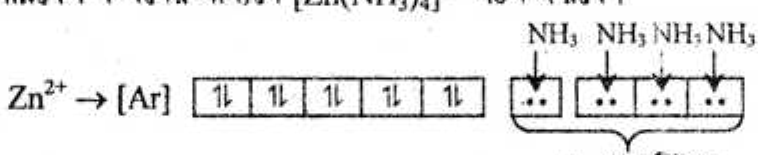
Fe^{2+} এর বহিঃস্থ শক্তিস্তরের 3d, 4s ও 4p এর শক্তির মান প্রায় সমান। তাই এরা সংকরিত হয়ে 6টি d^2sp^3 সংকর অরবিটাল উৎপন্ন করে। উৎপন্ন খালি সংকর অরবিটালের সাথে 6টি CN^- লিগান্ড সন্নিবেশ বন্ধক গঠন করার মাধ্যমে $[Fe(CN)_6]^{4-}$ গঠন করে।


$6d^2sp^3$ সংকর অরবিটাল

$[B(NH_3)_4]^{2+}$ বা $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ এর গঠন :

$Zn^{2+} \rightarrow [Ar]$ [⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅] [ ] [| |]
$3d^{10}$ 4s 4p

একটি 4s ও তিনটি 4p অরবিটাল মিলিতভাবে চারটি sp^3 অরবিটাল উৎপন্ন করে। উৎপন্ন sp^3 খালি অরবিটালের সাথে 4টি NH_3 লিগান্ড সন্নিবেশ বন্ধনের মাধ্যমে $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ গঠন করবে।


$4sp^3$ অরবিটাল

অতএব, $[A(CN)_6]^{4-}$ ও $[B(NH_3)_4]^{2+}$ গঠন সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ১২২

পর্যায় \ গ্রুপ	IA	VA	VIA
১ম	M		
২য়		M	P

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

ক. R_f কি? ১
খ. সাম্যাবস্থার বিক্রিয়ার উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২
গ. M মৌলের ১ম আয়নীকরণ শক্তি P মৌল অপেক্ষা বেশি ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. MX_3 এবং X_2P যৌগের অণুর আকৃতির ভিন্নতা VESPER নীতির আলোকে বিশ্লেষণ কর। ৪

১২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেপার ক্রোমাটোগ্রাফীতে উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাতকে R_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ বিক্রিয়ার গতির উপর তাপমাত্রার যথেষ্ট প্রভাব রয়েছে। বিজ্ঞানী আরহেনিয়াসের পরীক্ষা থেকে দেখা যায় যে, প্রতি 10°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য প্রায় সব বিক্রিয়ার হার দ্বিগুণ বা তিনগুণ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ হলো—

i. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকৃত অণু বা আয়নগুলোর গতিবেগ বৃদ্ধি পায়।
ii. অণুগুলোর মধ্যে সংঘর্ষের হার বৃদ্ধি পায়।
iii. অধিকতর সংখ্যক অণু বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সক্রিয়ন শক্তি লাভ করে থাকে।

গ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ 8(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১২৩

প্রথম ↓ গ্রুপ→	1	2	7	8	17
3	B	D			G
4	C		X	Y	

[খুলনা পাবলিক কলেজ]

ক. সবুজ রসায়ন কাকে বলে? ১
খ. পর্যায় সারণিতে একটি মৌল একটি স্থান দখল করে কেন? ২
গ. Y মৌলের জটিল যৌগসমূহ রঙ্গীন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. G এর সাথে B ও D এর গঠিত যৌগের পানিতে দ্রবণীয়তা এক নয়-যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ পর্যায় সারণিতে একটি মৌল একটি স্থানই দখল করে। ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর ভিত্তি করে পর্যায় সারণিতে মৌল সমূহের স্থান নির্ধারিত হয়। কোন মৌলের সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথের প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা তার পর্যায় নির্দেশ করে এবং মোট ইলেকট্রন সংখ্যা তার গ্রুপ নির্দেশ করে। দুটি মৌলের প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা ও মোট ইলেকট্রন কখনো এক হয় না। এজন্য এরা ভিন্ন ভিন্ন স্থানে অবস্থান করে।

যেমন $Na_{11} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

সোডিয়াম এর পর্যায় 3 এবং গ্রুপ IA।

গ ৩৮(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের G মৌলটি পর্যায় সারণিতে ৩য় পর্যায়ের 17নং গ্রুপে অবস্থিত। সুতরাং মৌলটি ক্লোরিন (Cl) B ও D মৌলটি ৩য় পর্যায়ে 1 নং 2নং গ্রুপে অবস্থিত। সুতরাং মৌল দুইটি যথাক্রমে সোডিয়াম (Na) ও ম্যাগনেসিয়াম।

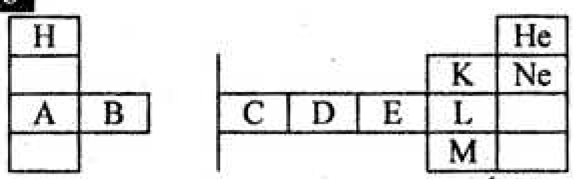
সুতরাং BG যৌগটি হলো NaCl ও DG_2 যৌগটি হলো $MgCl_2$। গঠিত NaCl ও $MgCl_2$ উভয়ই আয়নিক যৌগ তবে পানিতে দ্রবণীয়তা উভয়ের ক্ষেত্রে সমান নয়।

$MgCl_2$ ও NaCl এর মধ্যে Mg^{2+} ও Na^+ মধ্যে Mg^{2+} এর আকার Na^+ এর তুলনায় ছোট এবং Mg^{2+} এর চার্জের মান Na^+ এর চেয়ে বেশি। ফাযানের নীতি অনুসারে, ক্যাটায়নের ক্ষুদ্র আকার ও চার্জ এর মান বেশি হলে উক্ত ক্যাটায়ন একটি নির্দিষ্ট অ্যানায়নকে অধিক পরিমাণে চার্জ বিকৃতি করতে পারে। ফলে ঐ যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি পায়।

$MgCl_2$ ও NaCl মধ্যে Mg^{2+} এর ক্ষুদ্র আকার ও চার্জের মান বেশি হওয়ার কারণে এর সমযোজী চরিত্র NaCl অপেক্ষা বেশি। অপরদিকে NaCl এর আয়নিক চরিত্র বেশি, ফলে পানিতে দ্রবণীয়তা $MgCl_2$ এর তুলনায় NaCl এর বেশি।

অর্থাৎ $MgCl_2$ ও NaCl পানিতে দ্রবণীয়তা এক নয়।

প্রশ্ন ▶১২৪



[খুলনা পাবলিক কলেজ]

ক. সক্রিয়ণ শক্তি কাকে বলে? ১

খ. MgO অপেক্ষা Na_2O অধিক ক্ষারীয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের L এর ইলেকট্রন আসক্তি ঐ গ্রুপের অন্যান্য মৌলের তুলনায় বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের পর্যায়ের মৌলসমূহের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের ধারাবাহিক পরিবর্তনের ব্যতিক্রম ঘটে যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ MgO ও Na_2O এর মধ্যে Mg^{2+} এর অধিক চার্জ ও ক্ষুদ্র আকারের কারণে Na_2O অপেক্ষা MgO অধিক সমযোজী বৈশিষ্ট্যের অধিকারী। MgO এর অধিক সমযোজী বৈশিষ্ট্যের কারণে এর পানিতে দ্রবণীয়তা Na_2O অপেক্ষা কম।

$$MgO + H_2O \xrightarrow[\text{প্রক্রিয়া}]{\text{ধীর}} Mg(OH)_2$$

$$Na_2O + H_2O \xrightarrow{\text{দ্রুত}} NaOH$$

এই কারণে MgO অপেক্ষা Na_2O অধিক ক্ষারধর্মী।

গ ১১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ একই পর্যায়ের মৌলগুলোর গলনাংক ও স্ফুটনাংকের কোনো ক্রম পরিবর্তনে সাধারণভাবে কোনো ধারাবাহিকতা দেখা যায় না।

মৌল অবস্থায় এদের গঠনের বিভিন্নতার কারণে এ পরিস্থিতির উদ্ভব হয়। সোডিয়াম থেকে অ্যালুমিনিয়াম পর্যন্ত ধাতব বন্ধন বিদ্যমান। সোডিয়ামের কেলাসে Na^+ আয়ন বিদ্যমান; এ আয়নের আকার বড় এবং মুক্ত একটি মাত্র ইলেকট্রনের উপর আকর্ষণ কম। এ কারণে এ কেলাসের গলনের জন্য খুব বেশি শক্তির প্রয়োজন হয় না; অর্থাৎ এর গলনের এনথালপি কম এবং সে কারণে এর গলনাংক কম। অপরদিকে ম্যাগনেসিয়াম কেলাসে দ্বিআধান বিশিষ্ট Mg^{2+} আয়ন ও দুটি মুক্ত ইলেকট্রন থাকে এবং অ্যালুমিনিয়ামের কেলাসে ত্রিআধানে বিশিষ্ট Al^{3+} আয়ন ও তিনটি মুক্ত ইলেকট্রন বিদ্যমান। মুক্ত ইলেকট্রনের উপর এদের আকর্ষণ বেশি। এ কারণে এদের ধাতব বন্ধনের দৃঢ়তার বৃদ্ধির সাথে গলনাংক ও স্ফুটনাংক অধিক হয়।

পরবর্তী সিলিকন মৌলটি অপধাতু। সিলিকনের বৃহদাকার ত্রিমাত্রিক গঠনে উপস্থিত বহুসংখ্যক Si-Si সমযোজী বন্ধন ভাঙতে যথেষ্ট শক্তির প্রয়োজন হয় বলে এর গলনাঙ্ক ও গলন এনথালপি খুবই বেশি হয়। এর পরের অধাতব মৌল ফসফরাস, সালফার, ক্লোরিন যথাক্রমে P_4, S_8 ও Cl_2 রূপে অবস্থান করে। এদের অণুগুলোর মধ্যে সমযোজী বন্ধন বিদ্যমান থাকে তবে অণুগুলো পরস্পরের সাথে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বলের সাহায্যে যুক্ত থাকে। ভ্যানডার ওয়ালসের বল অপসারণ করে অণুগুলোকে বিচ্ছিন্ন করতে অনেক কম শক্তির প্রয়োজন হয় বলে এদের গলনাঙ্ক ও গলন এনথালপি যথেষ্ট কম হয় এবং তা ক্লোরিন পর্যন্ত কমে যায়। তবে আটটি পরমাণু দিয়ে গঠিত সালফার অণু, S_8 এর আণবিক ভর বেশি হওয়ায় এর গলনাংক ও গলন এনথালপিও P_4 এবং Cl_2 এর তুলনামূলক বেশি হয়।

মৌল→	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
গলনাংক (°C)	97.8	650	660	1410	44	119	−103	−189
স্ফুটনাংক (°C)	883	1090	2270	2355	280.5	446	−34.6	−186

প্রশ্ন ▶১২৫

A, B ও C তিনটি যাদের পারমাণবিক সংখ্যা 6, 7 ও 8 মৌল তিনটি H_2 এর সাথে যুক্ত হয়ে AH_4, BH_3 ও H_2C গঠন করে। *[খুলনা পাবলিক কলেজ, খুলনা]*

ক. সংকরণ কাকে বলে? ১

খ. জাল টাকা ও জাল পাসপোর্ট শনাক্তকরণে UV রশ্মি ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. সাধারণ তাপমাত্রার H_2S গ্যাসীয় হলেও H_2C তরল কেন? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের যৌগ তিনটির আকৃতি ও বন্ধন কোনো ভিন্নতা রয়েছে কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

১২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তরের ভিন্ন শক্তিস্তরের দুই বা ততোধিক অরবিটাল মিলে সমসংখ্যক এবং সমশক্তিসম্পন্ন নতুন অরবিটাল তৈরির প্রক্রিয়াকে সংকরণ বলে।

খ UV-রশ্মির মাধ্যমে খুব সহজেই জাল টাকা শনাক্ত করা যায়। কারণ, আসল টাকার মধ্যে একটি বিশেষ ধরনের নিরাপত্তা সুতা স্থাপন করা থাকে। এছাড়াও টাকার নির্দিষ্ট স্থানে জলছাপ দেওয়া থাকে যা খালি চোখে দেখা না গেলেও UV-রশ্মিতে পরিষ্কার আভা ছড়ায়। আসল নোটগুলোতে ফ্লোরেসেন্টের কালিতে কিছু বিশেষ লেখার উপর UV-রশ্মি পড়লে এ ফ্লোরেসেন্স উচ্চ UV-রশ্মি শোষণ করে দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে। কিন্তু জাল টাকায় এই ধরনের কোন জলছাপ না থাকায় এর উপর UV-রশ্মি ফেললে কোন নির্দিষ্ট রং এর বিকিরণ পাওয়া সম্ভব হয় না। এভাবেই UV-রশ্মি ব্যবহার করে সহজেই জাল টাকা সনাক্ত করা যায়।

গ ৮ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৩ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶১২৬

পর্যায় → / গ্রুপ↓	14	15	16	17
2	A	B	C	
3		F	D	E

[পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর]

ক. সংকরায়ন কি? ১
খ. সিগমা ও π বন্ধনের মধ্যে পার্থক্য কি? ২
গ. B ও C এর মধ্যে কার আয়নীকরণ শক্তির মান বেশি এবং কেন? ৩
ঘ. BE_5 তৈরি না হলেও FE_3 তৈরি হয় কেন অরবিটাল চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিক্রিয়াকালে কোনো পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের বিভিন্ন অরবিটালসমূহ পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে পরে সমশক্তির অরবিটাল সৃষ্টি করার প্রক্রিয়াকে অরবিটাল সংকরণ বলা হয়।

খ সিগমা বন্ধন ও π বন্ধনের পার্থক্য:
অণু গঠনের বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী দুটি পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থানরত দুটি যোজনী অরবিটালের মুখোমুখি বা সামনাসামনি অধিক্রমণে সিগমা বন্ধন তৈরি হয়। অণু গঠনের বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণকারী দুটি পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থানরত দুটি যোজনী অরবিটাল পাশাপাশি অধিক্রমণে পাই বন্ধন তৈরি হয়।
সিগমা বন্ধনে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব বেশি বলে এটি শক্তিশালী। পাই বন্ধনে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব কম বলে এটি দুর্বল।

গ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ

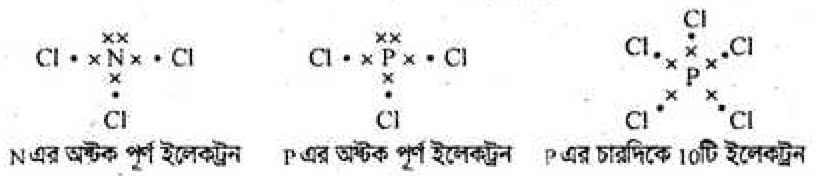
ঘ উদ্দীপকের B মৌলটি ২য় পর্যায়ে 15 নং গ্রুপে অবস্থিত, সুতরাং মৌলটি হলো নাইট্রোজেন (N) এবং একই গ্রুপের নিচের F মৌলটি হলো ফসফরাস (P)। E মৌলটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ে 17 নং গ্রুপে অবস্থিত, সুতরাং E মৌলটি হলো ক্লোরিন (Cl). FE_5 বা PCl_5 গঠিত হলেও BE_5 বা NCl_5 যৌগ গঠিত হতে পারে না। নিম্নে এর ব্যাখ্যা দেয়া হলো–
N ও P এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$N(7) \longrightarrow 1s^2 2s^2 \boxed{2p_x^1 2p_y^1 3p_z^1}$

$P(15) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 \boxed{3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1} 3d^0$

$P^*(15) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 \boxed{3s^1\ 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1 3d_{xy}^1}$

এবং $Cl(17) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 \boxed{3p_z^1}$



সুতরাং N পরমাণুর সর্বশেষ শক্তিস্তরে তিনটি বিজোড় ইলেকট্রন থাকায় একটি N পরমাণু তিনটি Cl এর সাথে NCl_3 এবং অণুরূপভাবে একটি P পরমাণু তিনটি Cl পরমাণুর সাথে PCl_3 গঠন করতে পারে।
কিন্তু P এর যোজ্যতা স্তরে খালি 3d-অরবিটাল থাকায় এর $3s^2$ এর একটি ইলেকট্রন উদ্দীপিত অবস্থায় অরবিটালে উন্নীত হলে P এর যোজ্যতা স্তরে পাঁচটি বিজোড় ইলেকট্রন ($3s^1 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^2 3d_{xy}^1$) পাঁচটি Cl পরমাণুর সাথে PCl_5 গঠন করে।
অপরদিকে, N এর যোজ্যতা স্তরে যেমন ২য় শক্তিস্তরে d অরবিটাল থাকে না বলে এটি অষ্টক সম্প্রারণ করতে পারে না। ফলে NCl_5 গঠন করতে পারে না।

প্রশ্ন ▶১২৭ A (28) = (n-1) d^8 ns^2
B (30) = (n-1)d^{10} ns^2
[পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর]

ক. অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে? ১
খ. সকল অবস্থান্তর মৌলই d-ব্লক মৌল হলেও সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল না ব্যাখ্যা কর। ২
গ. A এর যৌগসমূহ রঙিন হলেও B এর যৌগসমূহ সাদা হয় কেন ব্যাখ্যা কর? ৩
ঘ. $[A(CN)_4]^{2-}$ ডায়াম্যাগনেটিক হলেও $[A(Cl)_4]^{2+}$ প্যারাম্যাগনেটিক কেন ব্যাখ্যা কর? ৪

১২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d-অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ যে সকল মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d-অরবিটালে প্রবেশ করে, তাদেরকে d-ব্লক মৌল বলে। অপরদিকে যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের d-অরবিটাল আংশিকভাবে (d^{1-9}) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। যেমন-
$_{21}Sc \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
$Sc^{+3} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
সুতরাং প্রদত্ত সংজ্ঞানুযায়ী দেখা যায় Sc. d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়। কারণ এর সুস্থিত আয়নের (Sc^{3+}) d অরবিটালে কোনো ইলেকট্রন নেই। তাই বলা যায় সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল কিন্তু সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়।

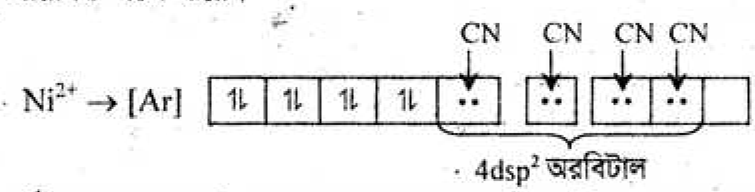
গ ৩৮(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ $[A(CN)_4]^{2-}$ বা $[Ni(CN)_4]^{2-}$ এর গঠন :
$Ni^{2+} \rightarrow [Ar]$ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ↑ | ↑ |

CN^- একটি শক্তিশালী লিগান্ড এবং এর প্রভাবে 3d অরবিটালের অযুগ্ম ইলেকট্রন যুগ্ম হয়ে যায়। 3d, 4s, 4p অরবিটাল সমূহ প্রায় সমশক্তি সম্পন্ন।

$Ni^{2+} \rightarrow [Ar]$ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | | (3d) | | (4s) | | | | (4p)

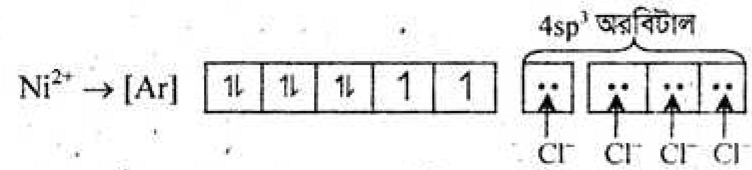
Ni^{2+} এর একটি d, একটি s ও 2 টি p অরবিটাল সংকরিত হয়ে 4টি dsp^2 সংকর অরবিটাল উৎপন্ন করে। উৎপন্ন dsp^2 খালি সংকর অরবিটাল উৎপন্ন করে। উৎপন্ন dsp^2 খালি সংকর অরবিটালে 4টি CN আয়ন লিগান্ড হিসেবে ইলেকট্রন দান করে। $[Ni(CN)_4]^{2-}$ জটিল আয়নিক গঠন করে।



গঠিত $[Ni(CN)_4]^{2-}$ আয়নে কোনো অযুগ্ম ইলেকট্রন না থাকায় যৌগটি ডায়াম্যাগনেটিক।

$[A(Cl_4)]^{2-}$ বা $[NiCl_4]^{2-}$ এর গঠন: অনুরূপভাবে Ni^{2+} আয়নের সাথে 4টি Cl^- লিগান্ড যুক্ত হয়ে $[NiCl_4]^{-2}$ জটিল আয়ন গঠন করে।
$Ni^{2+} \longrightarrow [Ar]$ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ↑ | ↑ | ($3d^8$) | | ($4s^0$)

কিন্তু Cl^- একটি দুর্বল লিগান্ড ফলে এর প্রভাবে অযুগ্ম ইলেকট্রন যুগ্ম হয় না।



এভাবে গঠিত $[NiCl_4]^{2-}$ আয়নে দুইটি অযুগ্ম ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই এটি প্যারাম্যাগনেটিক।

অনুরূপভাবে Ni^{2-} আয়নের সাথে 4টি Cl^- লিগান্ড যুক্ত হয়। $[Ni(Cl)_4]^{2-}$ আয়ন গঠন করে।
$Ni^{2+} \longrightarrow Ar]$ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ⇅ | ($3d^{10}$) | | ($4s^0$)

প্রশ্ন ▶১২৮

পর্যায় → / গ্রুপ ↓	14	15	16	17
2	A	B	C	D
3	F			E

[পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর]

ক. মোলারিটি কি? ১

খ. 2d-orbital সম্ভব নয় কেন? ২

গ. AE_4 পানিতে দ্রবীভূত না হলেও FE_4 কেন দ্রবীভূত হয় ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. AH_4, BH_3, CH_2 প্রত্যেকের সংকরায়ন একই হলেও আকৃতির ভিন্নতা ব্যাখ্যা কর। ৪

১২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর বা মোল সংখ্যাকে ঐ দ্রবণে দ্রবটির মোলারিটি বলা হয়।

খ $n = 2$ হলে তা দ্বিতীয় প্রধান শক্তিস্তর

এখন, $n = 2$ হলে

$l = (n - 1)$ ও 0

$= 1, 0$

অর্থাৎ $l = 0, 1$

আমরা জানি, $l = 0$ হলে উপশক্তিস্তর s

$l = 1$,, ,, p

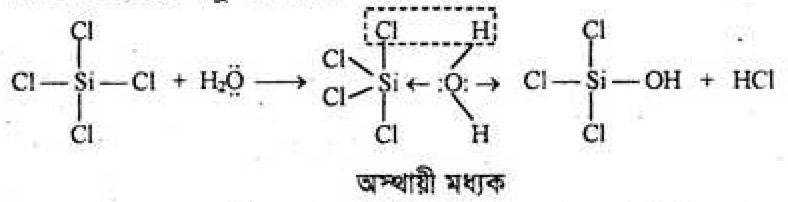
ফলে ২য় প্রধান শক্তিস্তরে s ও p অরবিটাল সম্ভব। তাই 2d সম্ভব নয়।

গ উদ্দীপকের A ও F মৌলদ্বয় পর্যায় সারণির 14 নং গ্রুপে ও যথাক্রমে 2নং ও 3নং পর্যায়ে অবস্থিত, সুতরাং মৌল দুটি যথাক্রমে কার্বন (C) ও সিলিকন (Si)।

আবার, E মৌলটি ৩য় পর্যায় এবং 17 নং গ্রুপে থাকায় এটি ক্লোরিন। সুতরাং AE_4 ও FE_4 যৌগ দুইটি যথাক্রমে CCl_4 ও $SiCl_4$। যৌগ দুইটির মধ্যে $SiCl_4$ পানির সাথে আর্দ্র বিশ্লেষণের মাধ্যমে দ্রবণীয় হয় কিন্তু CCl_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত না হওয়ায় পানিতে অদ্রবনীয়। নিম্নে এর কৌশল ব্যাখ্যা করা হলো–

কোনো যৌগের আর্দ্র বিশ্লেষণ ঘটার সময় প্রথম পদক্ষেপ হচ্ছে– পানির অণু তার অক্সিজেন পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মাধ্যমে ঐ যৌগের কেন্দ্রীয় পরমাণুর সাথে একটি সন্নিবেশ বন্ধন সৃষ্টি করে অন্তবর্তী যৌগ বা অস্থায়ী মধ্যক গঠন করে।

$SiCl_4$ এর আর্দ্র-বিশ্লেষণ নিম্ন মতে পানির অক্সিজেন পরমাণুর সাথে সিলিকন পরমাণুর সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা অন্তর্বর্তী যৌগ গঠনের মাধ্যমে সংঘটিত হয়। এভাবে সৃষ্ট বিক্রিয়া-মধ্যক বা অন্তর্বতী যৌগ থেকে পরবর্তীতে HCl অণু অপসারিত হয়।



অস্থায়ী মধ্যক

এরূপে চার ধাপে পানির সাথে বিক্রিয়ায় $SiCl_4$ এর চারটি Cl পরমাণু চারটি –OH মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে থাকে।

যেমন– $SiCl_4 + 4H - OH \longrightarrow Si(OH)_4 + 4HCl$

এ বিক্রিয়ায় 'বিক্রিয়া-মধ্যকে' Si পরমাণুর সর্বশেষ শক্তিস্তরে ১০টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। তন্মধ্যে চারটি Si–Cl বন্ধন থেকে চার জোড়া এবং $Si \leftarrow OH_2$ সন্নিবেশ বন্ধন থেকে এক জোড়া ইলেকট্রন রয়েছে। যেহেতু সিলিকন তৃতীয় পর্যায়ের মৌল সেহেতু তার শূন্য 3d অরবিটাল আছে, যেখানে H_2O কর্তৃক যোগান ও শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগল স্থান দেওয়া সম্ভব; অন্য কথায় Si এর পক্ষে অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব হয়েছে। কিন্তু কার্বন দ্বিতীয় পর্যায়ের একটি মৌল। পরমাণুর দ্বিতীয় শক্তিস্তরে 2d বলে কোন অরবিটাল নেই। সুতরাং কার্বনের পক্ষে অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব নয়। সুতরাং পানির অণু CCl_4 এর C পরমাণুর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন সৃষ্টি করে 'বিক্রিয়া-মধ্যক' বা অন্তর্বতী যৌগ তৈরি করতে পারে না। এর ফলে CCl_4 এর আর্দ্র বিশ্লেষণ হয় না।

ঘ ১৩ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶১২৯

→Group / Period↓	15	16	17
২য়	A	B	
৩য়	C	D	E

[শহীদ বীর উত্তম লে. আনোয়ার গার্লস কলেজ, ঢাকা]

ক. $[C_0Cl_2(NH_3)_4]^{4+}$ আয়নের নাম লিখ। (IUPAC পদ্ধতিতে) ১

খ. KBF_4 যৌগে কত ধরনের বন্ধন বিদ্যমান। ২

গ. 'B' এর হাইড্রাইড তরল হলেও 'D' এর হাইড্রাইড গ্যাসীয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ৩

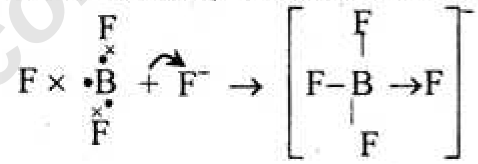
ঘ. CE_5 যৌগটির সংকরীকরণ বর্ণনা করো। ৪

১২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$ যৌগটির IUPAC নাম হলো– টেট্রাঅ্যাম্মিনডাই ক্লোরো কোবাল্ট (III) আয়ন।

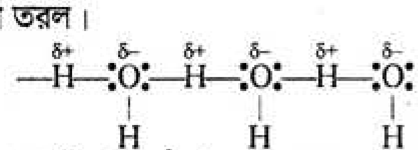
খ KBF_4 যৌগে ৩ ধরনের বন্ধন বিদ্যমান–

1. সমযোজী বন্ধন: 3টি B–F সমযোজী বন্ধন বিদ্যমান।
2. সন্নিবেশ বন্ধন: একটি $B \rightarrow F$ সন্নিবেশ বন্ধন বিদ্যমান।
3. আয়নিক বন্ধন: K^+ এবং BF_4^- এর মধ্যে আয়নিক বন্ধন বিদ্যমান।



গ B ও D মৌলদ্বয় যথাক্রমে ২য় ও ৩য় পর্যায়ের 16নং গ্রুপে অবস্থিত তাই মৌলদ্বয় যথাক্রমে O এবং S। এর হাইড্রাইড H_2O তরল। কিন্তু S এর হাইড্রাইড H_2S। H_2O তরল হলেও H_2S গ্যাসীয়।

এর কারণ H_2O অণুতে হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত অক্সিজেন পরমাণু অতিশয় তড়িৎ ঋণাত্মক ও আকারে সালফার পরমাণু অপেক্ষা ছোট হওয়ায় H_2O অণুতে সমযোজী বন্ধনে অতিমাত্রায় পোলারায়ন ঘটে। বন্ধনে পোলারায়নের ফলে H_2O অণুতে হাইড্রোজেন বন্ধন সৃষ্টি হয়। হাইড্রোজেন বন্ধন সৃষ্টির কারণেই H_2O অণুসমূহ পরস্পর পরস্পরকে আকৃষ্ট করে সংঘবন্ধ আকার ধারণ করে। তাই H_2O সাধারণ অবস্থায় তরল।



পানির অণুসমূহের মধ্যে H বন্ধন

অপরপক্ষে H_2S অণুর ক্ষেত্রে সালফার পরমাণু অপেক্ষাকৃত কম তড়িৎ ঋণাত্মক এবং আকারে অক্সিজেন অপেক্ষা বড়। তাই H_2S অণুতে H–S বন্ধনে খুবই সামান্য স্বল্পমাত্রার পোলারায়ন ঘটে যায় ফলে H_2S অণুসমূহের মধ্যে আর হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন করা সম্ভব হয় না। তাই H_2S গ্যাসীয় অবস্থায় অবস্থান করে।

ঘ ৯৭(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১৩০ A, B, R ও X এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 11, 6, 17 ও 47। A, B ও X এর সাথে R আয়নিক ও সমযোজী যৌগ গঠন করে। *[নেত্রকোণা সরকারি কলেজ, নেত্রকোণা]*

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কী? ১

খ. সাধারণ তাপমাত্রায় H_2S গ্যাস কেন? ২

গ. B ও R দ্বারা গঠিত যৌগের সংকরণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. AR যৌগটি পানিতে দ্রবণীয় কিন্তু XR পানিতে অদ্রবণীয় - বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

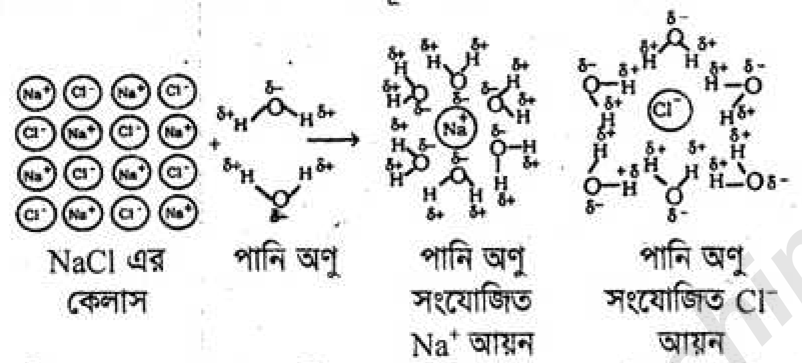
ক সুষম খাবারকে মানসম্মতভাবে বৈজ্ঞানিক উপায়ে সংরক্ষণ করে মানবজাতির খাদ্যের চাহিদার যোগান দেওয়াকে খাদ্য নিরাপত্তা বলে।

খ H_2S অণুতে H ও S এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য (2.5–2.1) = 0.4 যা পোলার যৌগ গঠনে সহায়ক নয়। কেননা একটি যৌগে দুটি মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য কমপক্ষে 0.5 হলে সেটি পোলার যোগ হবে এবং পোলার যোগ H বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত তাই H_2S অণুতে H বন্ধন গঠন সম্ভব নয়। এ হাইড্রোজেন বন্ধনের অনুপস্থিতির কারণে H_2S এর ভৌত অবস্থা গ্যাসীয় হয়।

গ ৩০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ A এর পারমাণবিক সংখ্যা = 11; তাই এটি সোডিয়াম (Na)
R এর পারমাণবিক সংখ্যা = 17; তাই এটি ক্লোরিন (Cl)
X এর পারমাণবিক সংখ্যা = 47; তাই এটি সিলভার (Ag)

সুতরাং AR এবং XR যৌগগুলো যথাক্রমে NaCl ও AgCl। NaCl পানিতে দ্রবণীয় কিন্তু AgCl অদ্রবণীয়। নিম্নে তা ব্যাখ্যা করা হলো :
NaCl একটি যথার্থ আয়নিক যৌগ। তাই NaCl কে পানিতে যোগ করলে NaCl এর Na^+ আয়ন পানির ঋণাত্মক মেরু অক্সিজেনের (O) দিকে এবং এর Cl^- আয়ন পানির ধনাত্মক মেরু হাইড্রোজেনের (H) দিকে আকৃষ্ট হয়। সুতরাং NaCl কেলাসের বিপরীত আয়নগুলোর মধ্যে বিদ্যমান আকর্ষণ শিথিল হয়ে পড়ে এবং আয়নগুলো দ্রাবক পানির অণু দ্বারা বেষ্টিত হয়ে তার ল্যাটিস অবস্থান হতে বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে। এভাবে NaCl পানিতে সহজে দ্রবীভূত হয়।



চিত্র : পোলার দ্রাবক পানিতে NaCl কেলাসের দ্রবণ তৈরির প্রক্রিয়া

অপরদিকে AgCl আয়নিক যৌগ হলেও এর মধ্যে সমযোজী বৈশিষ্ট্য প্রকট। কারণ: Cl^- আয়নের বড় আকারের কারণে এর যথেষ্ট পোলারায়ন ঘটে, ফলে সমযোজী চরিত্র লাভ করে। সমযোজী চরিত্রের AgCl এর ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন না থাকায় এটি পানিতে অদ্রবণীয়।

প্রশ্ন ▶ ১৩১

যৌগ	কেন্দ্রীয় পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা	বন্ধন কোণ
X	6	109.5°
Y	7	107°
Z	8	104.5°

[ঠাকুরগাঁও সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. কোলয়েড কি? ১
খ. বর্জ্য শোধন অপেক্ষা হ্রাসকরণ উত্তম কেন? ২
গ. X ও Y যৌগের মধ্যে বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগের বন্ধন প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. একই সংকরায়ন হওয়া সত্ত্বেও উদ্দীপকের X, Y, Z যৌগগুলোর বন্ধন কোণ ও জ্যামিতিক আকৃতি ভিন্ন কেন? যুক্তি দাও। ৪

১৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ (কঠিন তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে 10^{-7} থেকে 10^{-5} cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে দ্বি-দশাবিশিষ্ট স্থায়ী অসমসত্ত্ব সিস্টেম উৎপন্ন করে, তাকে কলয়েড বলে।

খ ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষাকার্যে ব্যবহৃত হওয়ার পর অবশিষ্ট এবং পরীক্ষাকার্য শেষে অপ্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যগুলোকে বর্জ্য বলে।
বর্জ্য বিশোধন কিংবা ব্যবস্থাপনার মূল কাজসমূহ হলো বর্জ্য চিহ্নিত করণ, বর্জ্য স্তুপীকরণ, কনটেইনার ব্যবস্থাপনা। বর্জ্য ব্যবস্থাপনা বর্জ্যের ক্ষতিকর প্রভাব হতে পরিবেশ রক্ষা করার অন্যতম উপায়। বর্জ্য বিশোধনের বিভিন্ন প্রযুক্তি থাকলেও তা সম্পাদন করা ব্যয়বহুল এবং কিছু ক্ষেত্রে বিপদজ্জনক। পরীক্ষাগারে পরিমিত রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার রাসায়নিক বর্জ্যের অধিকতর ক্ষতিকর প্রভাব ও রসায়ন গবেষণায় ব্যয় সংকোচন করে এবং নিরাপদ পরিবেশ সৃষ্টিতে সহায়তা করে। তাই বলা যায় বর্জ্য বিশোধন অপেক্ষা হ্রাসকরণ উত্তম।

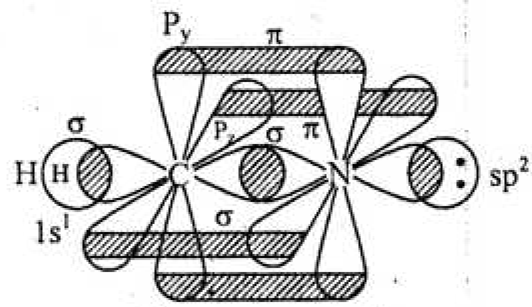
গ 'X' ও 'Y' যৌগদ্বয় যথাক্রমে CH_4 ও NH_3। যৌগদ্বয়ের মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে HCN উৎপন্ন হয়।

$$CH_4(g) + NH_3(g) \longrightarrow HCN(g) + 3H_2$$

HCN অণু গঠনে কার্বন ও নাইট্রোজেন উভয় পরমাণুতে SP সংকরায়ন হয়। কার্বন ও নাইট্রোজেন এর ইলেকট্রন বিন্যাস–

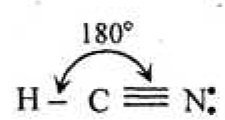
$$C(6) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$$
$$^*C(6) \longrightarrow 1s^2 \underbrace{2s^1 2p_x^1}_{\text{sp সংকরায়ন}} 2p_y^1 2p_z^1$$
$$N(7) \longrightarrow 1s^2 \underbrace{2s^2 2p_x^1}_{\text{sp সংকরায়ন}} 2p_y^1 2p_z^1$$

কার্বনের sp সংকরায়িত দুটি অরবিটাল হাইড্রোজেনের $1s^2$ও নাইট্রোজেনের একটি sp সংকরায়িত অরবিটালের সাথে সিগমা বন্ধন গঠন করে। বাকি অসংকরায়িত P_y ও P_z অরবিটাল সমূহ π-বন্ধন গঠন করে।



চিত্র : HCN এর গঠন

আবার, sp সংকরায়ন হওয়ায় HCN অণুতে বন্ধন কোণ হয় 180° এবং আকৃতি সরলরৈখিক।



ঘ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৩২

	I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A
১ম পর্যায়	A						
২য় পর্যায়			C		F		
৩য় পর্যায়	B		D				G

[গাইবান্ধা সরকারি মহিলা কলেজ, গাইবান্ধা]

ক. তড়িৎ ঋণাত্মকতা কী? ১
খ. প্রত্যেক অরবিটালকে অরবিট ধারণ করে– ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকের BG ও DG_3 যৌগ দুটির মধ্যে কোনটির গলনাঙ্ক বেশি– ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের CG_3 ও FA_3 যৌগ দুটির বন্ধন প্রক্রিয়া একই হলেও তাদের আকৃতি ভিন্ন হবার কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

১৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন সমযোজী যৌগের অণুতে উপস্থিত দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার তুলনামূলক ক্ষমতাকে সেই মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

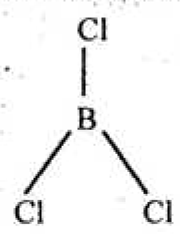
খ পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেকট্রন আবর্তনের জন্য কতকগুলো নির্দিষ্ট শক্তিবিশিষ্ট কক্ষপথ রয়েছে। এদেরকে প্রধান শক্তিস্তর বা শেল বলে। এই প্রধান শক্তিস্তরই অরবিট নামে পরিচিত। আবার, নিউক্লিয়াসের চর্তুদিকে ইলেকট্রন আবর্তনের সর্বাধিক সম্ভাব্য অঞ্চলকে অরবিটাল বলে।

অর্থাৎ, অরবিট হচ্ছে কক্ষপথ আর অরবিটাল হচ্ছে কক্ষপথের যে স্থানে ইলেকট্রন আবর্তনের সম্ভাবনা সবচেয়ে বেশি সেই স্থান। যেমন : প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা '3' হচ্ছে অরবিট। আর, 3Pn, 3Py, 3Pz, 3dxy, 3dxz, 3dzx, $3dx^2-y^2$ এবং $3dz^2$ এগুলো হচ্ছে অরবিটাল। অর্থাৎ, অরবিট অরবিটালকে ধারণ করে।

গ মৌলের ভৌত ধর্ম অর্থাৎ গলনাংক ও স্ফুটনাংক পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়। কারণ একই পর্যায়ে ইলেকট্রন সংখ্যা বাড়ার সাথে সথে ধাতুসমূহের কোন চার্জসংখ্যা বৃদ্ধি দরুণ আকার হ্রাস পায়। অধিক চার্জ ঘনত্বের বিকর্ষণের কারণে নিউক্লিয়াসের প্রতি আকর্ষণ বাড়ার দরুণ আকার হ্রাস পায়। আবার ফাজানের নীতি অনুযায়ী ক্যাটায়নের যত হ্রাস পাবে ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের বিকৃতি অর্থাৎ পোলারায়ন বৃদ্ধি পাবে। আর অণুটি যত বেশি পোলারিত হবে তার সমযোজী বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি তথা গলনাংক হ্রাস পাবে। উদ্দীপকের BG এবং DG_3 যৌগদ্বয় যথাক্রমে NaCl এবং $AlCl_3$। এখানে ক্যাটায়নদ্বয় একই পর্যায়ের হওয়া সত্ত্বেও Al^{3+} আয়নে আকার হ্রাসের দরুণ চার্জ ঘনত্ব বেশি থাকে। ফলে NaCl অপেক্ষা $AlCl_3$ যৌগে অধিক পোলারায়ন ঘটে। এ পোলারায়নের কারণে $AlCl_3$ অপেক্ষা NaCl এর গলনাংক বেশি হয়।

ঘ উদ্দীপকের CG_3 এবং FA_3 মৌলদ্বয় যথাক্রমে BCl_3 এবং NCl_3। উভয় SP^2 সংকরণের মাধ্যমে গঠিত হয়।

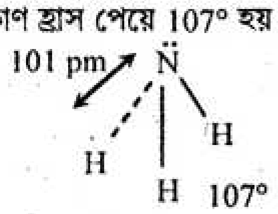
BCl_3 অণুতে কেন্দ্রীয় পরমাণু B। এর বাইরের স্তরের 3টি ইলেকট্রনের সঙ্গে 3টি ক্লোরিন পরমাণুর বিজোড় ইলেকট্রন শেয়ার করে তিনটি B–Cl সমযোজী বন্ধন গঠন করে। এ তিনটি বন্ধন গঠনকারী তিন জোড় ইলেকট্রন পরস্পরকে বিকর্ষণ করে তিনটি ক্লোরিন পরমাণু একই সমতলে একটি ত্রিভুজের তিন শীর্ষে অবস্থান নেয়। ফলে BCl_3 অণু ত্রিভুজ আকৃতির এবং Cl – B – Cl বন্ধন কোণের মান 120°।



চিত্র : বোরন ক্লোরাইডের অণুর গঠন

NCl_3 অণুর গঠন H :N̈: Cl

এ কাঠামোতে তিন যুগল বন্ধন ইলেকট্রন এবং এক যুগল নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন রয়েছে। কেন্দ্রীয় পরমাণু নাইট্রোজেনকে ঘিরে বিদ্যমান চার যুগল ইলেকট্রন একটি সুষম চতুস্তলকের চারটি কৌণিক বিন্দুতে অবস্থান করে। ফলে NCl_3 অণুটি চতুস্তলকীয় হওয়ার কথা। কিন্তু এক জোড়া মুক্ত ইলেকট্রন N–Cl বন্ধন ইলেকট্রনকে বিকর্ষণ করে। এজন্য আকৃতি বিকৃত হয়ে ত্রিকোণীয় পিরামিড গঠন করে (চিত্র) এবং Cl–N–Cl বন্ধন কোণ হ্রাস পেয়ে 107° হয়।



চিত্র : NCl_3 অণু

প্রশ্ন ▶ ১৩৩

	15	16	17
২য়	X	Z	
৩য়	Y		E

[আল-আমিন একাডেমি স্কুল এন্ড কলেজ, চাঁদপুর]

ক. আবিষ্ট প্রভাবক কী? ১

খ. HF ও NaOH এর প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. YH_4^+ আয়নের বন্ধন কোন YH_3 অপেক্ষায় বেশি কেন? ৩

ঘ. X ও Y মৌল সর্বোচ্চ যোজনী ব্যবহার করে যথাক্রমে Z ও E মৌলের সাথে গঠিত যৌগের বন্ধন প্রকৃতি ভিন্নতর কেন– তা বিশ্লেষণ করো। ৪

১৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একটি বিক্রিয়কের প্রভাবে যদি অন্য একটি বিক্রিয়ক প্রভাবিত হয় তবে ১ম প্রভাবকটিকে আবিষ্ট প্রভাবক বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ উদ্দীপকের X ও Z মৌল পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের 15 এবং 16 নং গ্রুপে অবস্থিত তাই মৌল দুটি যথাক্রমে N এবং O। Y ও E মৌল দুটি তৃতীয় পর্যায়ের 15 নং এবং 17 নং গ্রুপে অবস্থিত তাই মৌল দুটি P এবং Cl। YH_4^+ যৌগটি PH_4^+ এবং YH_3 যৌগটি PH_3।

PH_3 এর বন্ধন কোন:

P এর ইলেকট্রন বিন্যাস–

$$P(15) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1$$

সংকরণের মাধ্যমে তৃতীয় শক্তি শক্তিস্তরের চারটি অরবিটাল মিশ্রিত হয়ে সংকর অরবিটাল গঠন করে

$3s^2$	$3p_x^1$	$3p_y^1$	$3p_z^1$
$3\Psi_1^2$	$3\Psi_2^1$	$3\Psi_3^1$	$3\Psi_4^1$

সৃষ্টি চারটি সংকর অরবিটাল একটি চতুস্তলকের চারটি শীর্ষ বরাবর প্রসারিত হয় এবং তিনটি H এর সাথে সামনাসামনি অধিক্রমণের মাধ্যমে PH_3 যৌগ গঠন করে। P মৌলটিতে একটি মুক্তজোড় ইলেকট্রন থাকায় বন্ধন কোণের মান আদর্শ চতুস্তলক অপেক্ষা কমে 93.4° হয়।



কেননা lp – bp > bp – bp

PH_3 যৌগে বিদ্যমান মুক্তজোড় ইলেকট্রন প্রোটনের সাথে সন্নিবেশ বন্ধনের মাধ্যমে PH_4^+ গঠন করে। এক্ষেত্রে P এর $3\Psi_1^2$ এর মুক্তজোড় ইলেকট্রন দ্বারা P – H সন্নিবেশ বন্ধন গঠিত হয়। ফলে PH_4^+ এর আকৃতি আদর্শ চতুস্তলকীয় হয় এবং বন্ধন কোণের মান 109.28° হয়।

$$\ddot{P}H_3 \longrightarrow H \longrightarrow PH_4^+$$

মূলত মুক্তজোড় ইলেকট্রনের উপস্থিতির কারণে বন্ধন কোণের মানের ভিন্নতা দেখা যায়।

ঘ x মৌলটি N। মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস–

$$N(7) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^3$$
$$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$$

N(X) এর সর্বোচ্চ যোজনী ও Z মৌলের সাথে এটি N_2O_3 উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে দুটি N পরমাণু 6টি বিজোড় ইলেকট্রন প্রদান করে যা O_2 এর সাথে সমভাবে শেয়ারের মাধ্যমে N_2O_3 গঠন করে। এখানে N_2O_3 এ মুক্তজোড় ইলেকট্রন থাকায় বন্ধন কোণের মান আদর্শ মান অপেক্ষা কম হয়।

অন্যদিকে Y মৌল P এর ইলেকট্রন বিন্যাস–

$P(15) \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p_x^1\,3p_y^1\,3p_z^1$

$P^*(15) \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^1\,3p_x^1\,3p_y^1\,3p_z^1\,3d_{xy}^1$

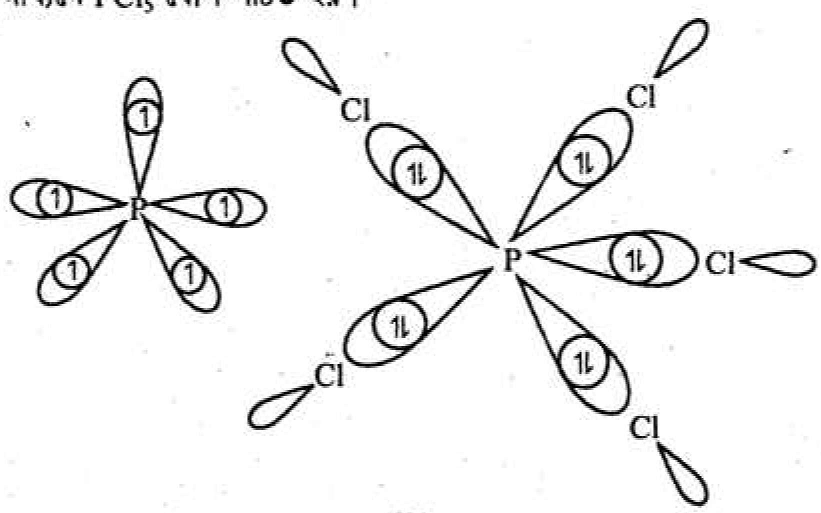
এর সর্বোচ্চ যোজনী মান 5।

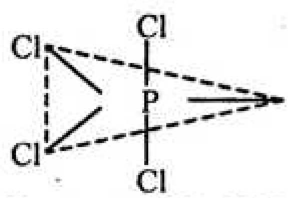
সর্বঃবহিস্থ স্তরের পাঁচটি বিজোড় ইলেকট্রন সংকরায়ণের মাধ্যমে sp^3d হাইব্রিডাইজেশন দ্বারা ৫টি সংকর অরবিটাল গঠন করে।

$3s^1$		$3p_x$	$3p_y$	$3p_x$		$3d_{xy}$	
1		1	1	1		1	

sp^3 হাইব্রিডাইজেশন

হাইব্রিড অরবিটালের মাধ্যমে সৃষ্ট পাঁচটি অরবিটালের সাথে অধিক্রমের মাধ্যমে PCl_5 যৌগ গঠিত হয়।





ত্রিভূজাকার দ্বি পিরামিডীয়

তাই মৌল দুটির সর্বোচ্চ যোজনী ব্যবহার করে গঠিত যৌগের প্রকৃতি ভিন্ন রূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৩৪

মৌল	বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস	n–এর মান
A	ns^2np^5	3
B	ns^1	
D	ns^2np^1	

[হাজীগঞ্জ মডেল কলেজ, চাঁদপুর]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফী কী? ১

খ. রক্তের বাফার ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের A মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি অপেক্ষা বেশী হয় কেন? ৩

ঘ. A ও B মৌলের সমন্বয়ে গঠিত যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্যের সাথে A ও D মৌলের সমন্বয়ে গঠিত যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্যের ক্রম বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ রক্তের pH নিয়ন্ত্রণে শরীরে তিনটি বাফার সিস্টেম কাজ করে। যথা–

i. **বাইকার্বনেট বাফার:** শ্বসন ক্রিয়ায় উৎপন্ন H_2CO_3 এর বিয়োজনে সাম্যবস্থায় সৃষ্ট কার্বনেট বাফার সিস্টেমের ক্রিয়া হলো–

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$

$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$

ii. **ফসফেট বাফার:** রক্তে কার্যকর আরও একটি বাফার সিস্টেম হলো সোডিয়াম ডাইহাইড্রোজেন ফসফেট (NaH_2PO_4) এবং ডাইসোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (Na_2HPO_4)। এটি একটি আন্তঃকোষীয় বাফার সিস্টেম।

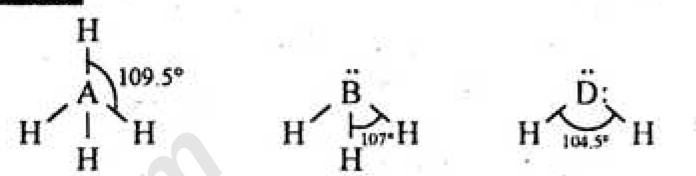
iii. **প্রোটিন বাফার:** রক্তে কার্যকর প্রোটিন বাফার সিস্টেমটি প্লাজমা প্রোটিন এবং কনজুগেটেড প্রোটিন যেমন হিমোগ্লোবিন সমন্বয়ে গঠিত।

উল্লিখিত বাফার সিস্টেমের সম্মিলিত কার্যকারিতার ফলেই যেকোনো অবস্থায় আমাদের রক্তের pH অপরিবর্তিত থাকে।

গ ৯২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৯৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৩৫



AH_4 BH_3 H_2D

[বান্দরবান সরকারি কলেজ]

ক. হেসের সূত্রটি লিখ। ১

খ. Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রমধর্মী কেন? ২

গ. উদ্দীপকে AH_4 এবং H_2D এর ভৌত অবস্থার ক্ষেত্রে মূলত: হাইড্রোজেন বন্ধনই দায়ী-ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের অণু তিনটির আকৃতি ও বন্ধন কোণের উপর মুক্তজোড় ইলেকট্রনের প্রভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ স্বাভাবিক নিয়মে Cu ও Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে $3d^94s^2$ ও $3d^44s^2$ হয়। কিন্তু, অর্ধপূর্ণ ও সম্পূর্ণভাবে পূর্ণ অরবিটাল প্রতিসমতার কারণে সুস্থিতি লাভ করে। তাই nd^5, nd^{10} অরবিটাল অধিক সুস্থিত। তাই Cu এবং Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস অধিক স্থিতি লাভের জন্য স্বাভাবিক নিয়মের ব্যতিক্রম হয় এবং Cu ও Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস দাড়ায়–

${}_{24}Cr \rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$

${}_{29}Cu \rightarrow 1s^22s^22p^63s^23p^64d^{10}4s^1$

গ ১৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৩৬ 'X' $\longrightarrow (n-1)\,d^5.\,ns^1$

'Y' $\longrightarrow (n-1)\,d^{10}.\,ns^1$

[শ্রীমঙ্গল সরকারি কলেজ, শ্রীমঙ্গল]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফিতে R_f মান কি? ১

খ. Cl এর ইলেকট্রন আসক্তি F অপেক্ষা বেশী কেন? ২

গ. উদ্দীপকের 'X' মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনের জন্য কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট লিখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের 'Y' মৌল দ্বারা গঠিত জটিল যৌগের গঠন ব্যাখ্যা কর। ৪

১৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেপার ক্রোমাটোগ্রাফীতে উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাতকে R_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ আমরা জানি, একই গ্রুপের মৌলের মধ্যে যার আকার বড় তার ইলেকট্রন আসক্তি কম। কিন্তু ক্লোরিন ও ফ্লোরিনের বেলায় তা ভিন্ন হয় কেননা ফ্লোরিনের কক্ষপথ 2টি এবং ক্লোরিনের কক্ষপথ হলো 3টি। ফ্লোরিনের এই ২য় কক্ষপথে 7টি ইলেকট্রন বিদ্যমান থাকে বলে তার চার্জ ঘনত্ব বেশি হয়। যার ফলে কোনো ইলেকট্রন ফ্লোরিনে যুক্ত হতে চাইলে তা চরমভাবে বিকর্ষিত হয়। অন্যদিকে, ক্লোরিনের ৩য় শক্তিস্তর আকারে বড় হওয়ার 7টি ইলেকট্রন থাকলেও এখানে চার্জ ঘনত্ব কম। তাই একটি ইলেকট্রন অতি সহজে সেখানে প্রবেশ করতে পারে। ফলে ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিন অপেক্ষা বেশি হয়।

গ 'X' মৌলটি হচ্ছে ক্রোমিয়াম (Cr)। ক্রোমিয়ামের সর্বশেষ ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট নিম্নরূপ—

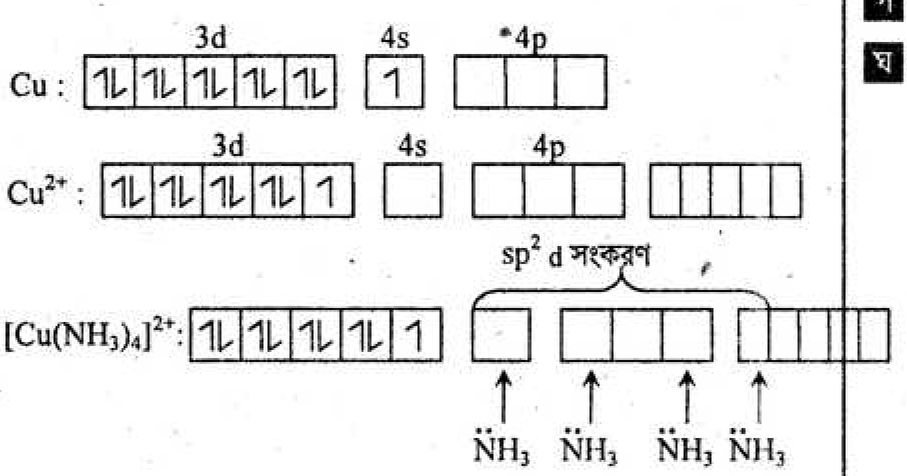
$n = 3$

$l = 2$

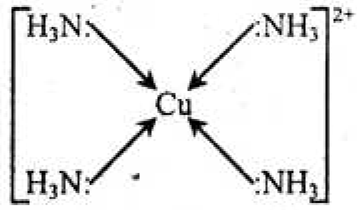
$m = +2$

$l = +\frac{1}{2}$

ঘ 'Y' মৌলটির সর্বশেষ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $(n-1)d^{10}\ ns^1$ যেখানে n = 4, সুতরাং 'Y' মৌলটি হচ্ছে কপার (Cu)। কপারের গঠিত একটি জটিল আয়ন হচ্ছে $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ নিম্নে আয়নটির গঠন প্রকৃতির ব্যাখ্যা তুলে ধরা হল :



Cu^{2+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^9\ 4s^0$। লিগ্যান্ড $\ddot{N}H_3$ এর প্রভাবে Cu^{2+} এর ফাঁকা 4s, 4p ও 4d অরবিটালের মধ্যে sp^2d সংকরায়ন হয় এবং চারটি লিগ্যান্ড NH_3 এর সাথে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে।



$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ এর সংকরণ sp^2d হওয়ায় আকৃতি হয় সমতলীয় বর্গাকার।

প্রশ্ন ▶ ১৩৭

শ্রেণি→ / পর্যায় ↓	1	2	14	17
2				A
3	X	Y	Z	B

[ডা: আব্দুর রাজ্জাক মিউনিসিপ্যাল কলেজ, যশোর]

ক. α কণা কি? ১

খ. R_f এর মান 1 এর চেয়ে কম হয় কেন? ২

গ. A ও B এর মধ্যে কোনটির ইলেকট্রন আসক্তি বেশি? ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. B এর সাথে পৃথকভাবে X, Y ও Z এর যৌগগুলোর প্রকৃতি বিশ্লেষণ করো। ৪

১৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি প্রোটন ও দুটি নিউট্রনের সমন্বয়ে গঠিত হিলিয়াম নিউক্লিয়াসই হলো α কণা ($^4_2He^{2+}$)।

খ R_f হলো উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত।

$$R_f = \frac{\text{উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}$$

R_f এর মান সর্বদা 1 অপেক্ষা কম হবে কেননা কোন যৌগ দ্রাবক অপেক্ষা অধিক পথ অতিক্রম করতে পারে না। আবার R_f এর মান সর্বনিম্ন শূন্যও হতে পারে।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

তৃতীয় অধ্যায়: মৌলের পর্যায়বৃত্ত ধর্ম ও রাসায়নিক বন্ধন

১৬২. ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর ভিত্তি করে মৌলসমূহকে কত ভাগে ভাগ করা হয়? [জ্ঞান]
(ক) 1 (খ) 2
(গ) 3 (ঘ) 4 **ঘ**

১৬৩. পর্যায় সারণিতে একই পর্যায়ে বাম হতে ডান দিকের মৌলগুলোর ক্ষেত্রে কোন তথ্যটি সঠিক? *[ঢাকা বোর্ড-২০১৫]* [অনুধাবন]
(ক) আয়নীকরণ শক্তি বৃদ্ধি পায়
(খ) ইলেকট্রন আসক্তি হ্রাস পায়
(গ) তড়িৎ ঋণাত্মকতা অপরিবর্তিত থাকে
(ঘ) পরমাণুর আকার বাড়তে থাকে **ক**

১৬৪. তৃতীয় পর্যায়ের প্রথম চারটি মৌলের কোন ধর্মটি ক্রমাগত বৃদ্ধি পায়? *[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫]* [অনুধাবন]
(ক) পারমাণবিক ব্যাসার্ধ
(খ) আয়নীকরণ শক্তি
(গ) মৌলের গলনাঙ্ক (ঘ) ধাতব ধর্ম **গ**

১৬৫. নোবেল গ্যাস সমূহের বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস কোনটি? [জ্ঞান]
(ক) $(n-1)d^2 ns^2$ (খ) $ns^2 np^6$
(গ) ns^2 (ঘ) ns^1 **খ**

১৬৬. মুদ্রা ধাতুর গ্রুপ নামে পরিচিত কোনটি? *[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]* [জ্ঞান]
(ক) 1 (খ) 9
(গ) 11 (ঘ) 15 **গ**

১৬৭. প্রথম p-ব্লক মৌল কোনটি? *[রাজশাহী বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
(ক) B (খ) C
(গ) S (ঘ) N **ক**

১৬৮. d ব্লকের প্রথম মৌল কোনটি? *[কুমিল্লা বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
(ক) V (খ) Cr
(গ) Mn (ঘ) Sc **ঘ**

১৬৯. বিরল মৃত্তিকা ধাতু কোন গ্রুপে অবস্থিত? *[কদমতলা পূর্ব বাসাবো স্কুল এন্ড কলেজ]* [জ্ঞান]
(ক) I A (খ) II B
(গ) III B (ঘ) IV A **গ**

১৭০. f-ব্লক মৌলগুলোকে কী বলা হয়? (জ্ঞান)
(ক) আদর্শ ধাতু (খ) অবস্থান্তর ধাতু
(গ) আন্তঃঅবস্থান্তর ধাতু
(ঘ) মৃৎক্ষারীয় ধাতু **গ**

১৭১. Li, Na, K এগুলো কী ধাতু নামে পরিচিত? [অনুধাবন]
(ক) মৃৎক্ষার ধাতু (খ) ক্ষার ধাতু
(গ) বিরল মৃত্তিকা (ঘ) অপধাতু **খ**

১৭২. d-ব্লকে কতটি মৌল রয়েছে? (জ্ঞান)
(ক) 30 (খ) 34
(গ) 40 (ঘ) 29 **গ**

১৭৩. s-ব্লকে কয়টি মৌল? [জ্ঞান]
(ক) 14 (খ) 27
(গ) 30 (ঘ) 40 **ক**

১৭৪. Al কোন মৌলের সাথে সম্পর্কযুক্ত? (অনুধাবন)
(ক) Li (খ) Be
(গ) C (ঘ) B **খ**

১৭৫. কোন মৌলটির অক্সাইড অম্লীয়? (অনুধাবন)
(ক) Mg (খ) Rb
(গ) Li (ঘ) Cl **ঘ**

১৭৬. কোন মৌলটির প্রথম আয়নীকরণ বিভব সর্বাধিক? (অনুধাবন)
(ক) C (খ) O
(গ) N (ঘ) B **গ**

১৭৭. কোন মৌলটির ইলেকট্রন আসক্তি সর্বাধিক? (অনুধাবন)
(ক) F (খ) S
(গ) Cl (ঘ) O **গ**

১৭৮. আকরিক উৎপন্নকারী মৌলসমূহকে কী বলে? [জ্ঞান]
(ক) মুদ্রা ধাতু (খ) মুদ্রা ধাতু
(গ) চ্যালকোজেন (ঘ) উপধাতু ধাতু **গ**

১৭৯. রঙিন যৌগ গঠন করে কোনটি? [জ্ঞান]
(ক) d-ব্লক মৌল (খ) অবস্থান্তর ধাতু
(গ) p-ব্লক মৌল (ঘ) প্রতিনিধিত্ব মৌল **খ**

১৮০. গ্রীক শব্দ halas অর্থ কোনটি? [জ্ঞান]
(ক) sea water (খ) sea salt
(গ) to produce (ঘ) salt **খ**

১৮১. কখন নিরাপত্তা চশমা পরিধান আবশ্যিক কর্তব্য? [জ্ঞান]
(ক) দ্রবণ প্রস্তুতিতে
(খ) রাসায়নিক বস্তুর ওজন গ্রহণ কালে
(গ) রাসায়নিক পদার্থ উদ্বায়ী হলে
(ঘ) যন্ত্রপাতি পরিষ্কারকরণের প্রাক্কালে **গ**

১৮২. এসিড এবং ক্ষারের কোন ক্রিয়াটি ত্বকের জন্য ক্ষতিকর? [প্রয়োগ]
(ক) প্রোটিনের সাথে বিক্রিয়া
(খ) ব্যাক্টেরিয়ার আক্রমণ
(গ) ময়লা জমাটকরণ (ঘ) অনুভূতি নষ্ট করা **ক**

১৮৩. ল্যাবে কোনটি দ্রুত শুষ্কীকারক? [অনুধাবন]
(ক) অ্যাসিটোন (খ) CuO
(গ) মাইক্রোওভেন (ঘ) H_2SO_4 **ঘ**

১৮৪. সালফারের একটি অণুর সংকেত কোনটি? [জ্ঞান]
(ক) S_4 (খ) S_6
(গ) S_8 (ঘ) S_{10} **গ**

১৮৫. ইলেকট্রন ত্যাগ করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হতে যে শক্তির প্রয়োজন হয় তা হচ্ছে— *[ঢাকা বোর্ড-২০১৫]* [অনুধাবন]
(ক) ইলেকট্রন আসক্তি
(খ) তড়িৎ ঋণাত্মকতা
(গ) আয়নিক পটেনসিয়াল
(ঘ) আয়নীকরণ শক্তি **ঘ**

১৮৬. কোনটির আয়নীকরণ শক্তি বেশি? *[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৬]* [অনুধাবন]
(ক) কার্বন (খ) নাইট্রোজেন
(গ) অক্সিজেন (ঘ) ফসফরাস
উত্তর: (খ)

১৮৭. আয়নীকরণ শক্তির সঠিক ক্রম কোনটি? [অনুধাবন]
(ক) $E_1 < E_3 < E_2$ (খ) $E_1 > E_2 > E_3$
(গ) $E_3 > E_1 > E_2$ (ঘ) $E_1 < E_2 < E_3$
উত্তর: (ঘ)

১৮৮. কোন মৌলটির ১ম আয়নীকরণ শক্তি সবচেয়ে কম ? (অনুধাবন)
(ক) Mg (খ) Si
(গ) Na (ঘ) Al
উত্তর: (গ)

১৮৯. চারটি মৌল A, B, C, D এর পা: সংখ্যা যথাক্রমে নিম্নরূপ: A = 12, B = 17, C = 18, D = 7 এই মৌলগুলোর মধ্যে সর্বাধিক আয়নীকরণ বিভব সম্পন্ন মৌল হলো— [উচ্চতর দক্ষতা]
(ক) A (খ) B
(গ) C (ঘ) D
উত্তর: (গ)

১৯০. ইলেকট্রন আসক্তির ক্ষেত্রে নিচের কোন ক্রমটি সঠিক? *[যশোর বোর্ড-২০১৬]*
(ক) F > Cl > Br > I (খ) Cl > F > Br > I
(গ) I > Br > Cl > F (ঘ) Cl > Br > I > F
উত্তর: (খ)

১৯১. কোনটি উভধর্মী অক্সাইড? [অনুধাবন]
(ক) Na_2O (খ) Al_2O_3
(গ) P_2O_5 (ঘ) Cl_2O_7
উত্তর: (খ)

১৯২. পল-বুজিং যন্ত্রের তুলাদণ্ডের স্কেলটি কয়টি ক্ষুদ্রাকার ভাগে বিভক্ত? [জ্ঞান]
(ক) 10 (খ) 50
(গ) 100 (ঘ) 200
উত্তর: (গ)

১৯৩. পল-বুজিং যন্ত্রের প্রধান অংশ কোনটি? [জ্ঞান]
(ক) স্তম্ভ (খ) ব্যালেন্স কক্ষ
(গ) ওজন (ঘ) পাল্লা বা তুলাদণ্ড
উত্তর: (ঘ)

১৯৪. কোন অক্সাইডটি অম্লধর্মী? *[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৬]* [অনুধাবন]
(ক) SiO_2 (খ) Al_2O_3
(গ) H_2O (ঘ) Na_2O
উত্তর: (ক)

১৯৫. কোনটি অক্সাইডটি অম্লধর্মী? *[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৬]* [অনুধাবন]
(ক) MgO (খ) Al_2O_3
(গ) CO_2 (ঘ) Na_2O
উত্তর: (গ)

১৯৬. কোনটি আয়নিক যৌগ? [অনুধাবন]
(ক) FrCl (খ) HCl
(গ) CCl_4 (ঘ) BF_3
উত্তর: (ক)

১৯৭. কোন যৌগটি সম্ভব নয়? *[রাজশাহী বোর্ড-২০১৬]* [অনুধাবন]
(ক) AlN (খ) NCl_5
(গ) Ca_3N_2 (ঘ) PCl_5
উত্তর: (খ)

১৯৮. NaCl লবণে Na^+ ও Cl^- আয়নের মধ্যে স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল কত? [প্রয়োগ]
(ক) 4.2 N (খ) 9.6 N
(গ) 5.9 N (ঘ) 7.6 N
উত্তর: (ক)

১৯৯. ইথাইন অণুতে কয়টি সিগমা বন্ধন আছে?
(ক) 5 টি (খ) 4টি
(গ) 3 টি (ঘ) 2 টি
উত্তর: (গ)

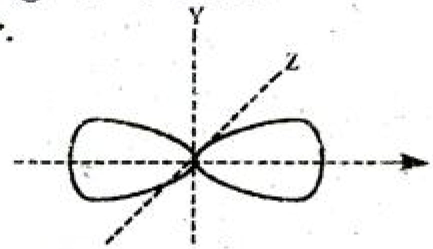
২০০. SF_4 যৌগে কেন্দ্রীয় পরমাণুতে কী ধরনের সংকরায়ন ঘটেছে? *[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]* [প্রয়োগ]
(ক) sp^3 (খ) sp^3d
(গ) sp^3d^2 (ঘ) sp^3d^3
উত্তর: (ঘ)

২০১. ইথিলিনে কার্বন-কার্বন কি-সংকরণ বিদ্যমান? *[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ]* [অনুধাবন]
(ক) sp (খ) sp^2
(গ) sp^3 (ঘ) sp^3d
উত্তর: (খ)

২০২. কোনটি অসম্পৃক্ত যৌগ? (অনুধাবন)
(ক) $C_8H_{16}Cl_2$ (খ) $C_8H_{15}Cl_3$
(গ) $C_8H_{14}Cl_2$ (ঘ) $C_8H_{17}Cl$
উত্তর: (গ)

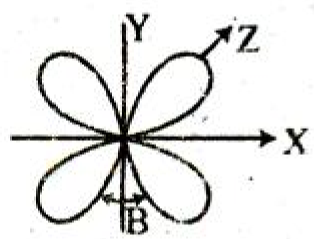
২০৩. ইথিনে carbon–carbon bonding length কত? (জ্ঞান)
(ক) 0.110 nm (খ) 0.134 nm
(গ) 0.115 nm (ঘ) 0.133 nm
উত্তর: (খ)

২০৪. sp সংকরায়ন ঘটে কোনটিতে? [অনুধাবন]
(ক) – C – C – এর ক্ষেত্রে
(খ) C = C - এর ক্ষেত্রে
(গ) – C ≡ C – এর ক্ষেত্রে
(ঘ) – C = O এর ক্ষেত্রে
উত্তর: (গ)

২০৫.


অরবিটালটির নাম কী? (অনুধাবন)
(ক) P_x (খ) P_y
(গ) P_z (ঘ) $d_{x^2-y^2}$
উত্তর: (ক)

২০৬. dsp^2 সংকরায়ন ঘটেছে কোনটিতে? [প্রয়োগ]
(ক) $[Cu(NH_4)_4] SO_4$ (খ) $[Ag(NH_3)] Cl$
(গ) $[Fe(H_2O)_6] Cl_2$ (ঘ) PCl_5
উত্তর: (ক)

২০৭.


d_{xy} অরবিটালে ডাম্বেলদ্বয়ের লোপের মধ্যকার B কোণের মান কত? [প্রয়োগ]
(ক) 60° (খ) 80°
(গ) 90° (ঘ) 120°
উত্তর: (গ)

২০৮. CH_4, NH_3 ও H_2O এর বন্ধন কোণের ক্রম —/কদমতলা পূর্ব বাসাবো স্কুল এন্ড কলেজ/ [অনুধাবন]
ⓚ $NH_3 > CH_4 > H_2$ ⓚ $CH_4 > NH_3 > H_2O$
ⓖ $H_2O > NH_3 > CH_4$ ⓖ $CH_4 > H_2O > NH_3$ — খ

২০৯. ডায়মন্ড বা হীরকে C পরমাণুর কী ধরনের সংকরায়ন হয়? [অনুধাবন]
ক) sp^2 খ) dsp^2
গ) sp^3 ঘ) dsp^3 — গ

২১০. $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$ যৌগটিতে Cu এর সন্নিবেশ সংখ্যা কত? [প্রয়োগ]
ক) 3 খ) 4
গ) 5 ঘ) 2 — খ

২১১. কোন লবণটি পানিতে অধিক দ্রবণীয়? [অনুধাবন]
ক) NaF খ) NaCl
গ) NaBr ঘ) NaI — ক

২১২. কোন সমীকরণের সাহায্যে বাফার দ্রবণের pH গণনা করা হয়? (অনুধাবন)
ক) সোরেনসেন সমীকরণ
খ) হেন্ডারসন সমীকরণ
গ) অ্যাভোগেড্রো সমীকরণ
ঘ) আরহেনিয়াস সমীকরণ — খ

২১৩. তড়িৎ ঋণাত্মকতার ধারণা দেন কে? [জ্ঞান]
ক) Pauling খ) Newton
গ) Neils Bohr ঘ) Avegadro — ক

২১৪. পাউলিং স্কেলে অক্সিজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার মান কত? /চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫/ [জ্ঞান]
ক) 2.5 খ) 3.0
গ) 3.5 ঘ) 4.0 — গ

২১৫. $(d^1 - d^9)$ ইলেকট্রনীয় কাঠামোর মৌলসমূহের— (অনুধাবন)
i. গঠিত যৌগ রঙিন হয়
ii. ধাতব বৈশিষ্ট্য বিদ্যমান
iii. প্রভাবন ধর্ম রয়েছে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ঘ

২১৬. p-ব্লকের জন্য প্রযোজ্য— /রাজশাহী বোর্ড-২০১৫/ [অনুধাবন]
i. ডাইমারের সংখ্যা অধিক
ii. নিষ্ক্রিয় গ্যাস অন্তর্ভুক্ত নয়
iii. s-ব্লক মৌলের বিকারক হিসেবে কম শক্তিশালী
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) ii ও iii
গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii — গ

২১৭. Sc^{+3} আয়নটি গঠিত যৌগ — [উচ্চতর দক্ষতা]
i. রঙিন ii. বর্ণহীন
iii. জটিল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — গ

২১৮. $[Ar]\ 3d^{10}4s^0$ ইলেকট্রন বিন্যাস — (উচ্চতর দক্ষতা)
i. যৌগের বর্ণহীনতার কারণ
ii. আয়ন লাভ করে
iii. প্যারা চুম্বকত্ব দেখায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ক

২১৯. প্রভাবকসমূহ— [প্রয়োগ]
i. অবস্থান্তর ধাতু থেকে পাওয়া যায়
ii. প্রশমন ও টাইট্রেশনে ব্যবহৃত হয়
iii. মাধ্যমিক যৌগ গঠন করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — খ

২২০. যে কোনো পর্যায়ের বাম হতে ডানে মৌলের— [অনুধাবন]
i. আকার কমে
ii. পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমে
iii. গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বাড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ক

২২১. প্রথম আয়নীকরণ শক্তির সঠিক অনুক্রম — (প্রয়োগ)
i. $Be > Mg > Ca$ ii. $Li > Na > K$
iii. $Li > Be > Na$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ক

২২২. আয়নীকরণ বিভবের মান— [অনুধাবন]
i. $_4Be$ এর চেয়ে $_5B$ এর কম
ii. প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা প্রকাশিত করে
iii. ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর নির্ভরশীল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ঘ

২২৩. F অপেক্ষা Cl এর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি এর কারণ— [উচ্চতর দক্ষতা]
i. F এর বহিঃস্থ ইলেকট্রনের বিকর্ষণ
ii. F এর বহিঃস্থ ৭টি ইলেকট্রনের ঘনত্ব
iii. Cl এর বহিঃস্থ ইলেকট্রনের সঞ্চারণ
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii — ক

২২৪. আয়নিক বন্ধন গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় শর্ত— *[সিলেট বোর্ড-২০১৫]* [অনুধাবন]
i. ধাতুর নিম্ন আয়নীকরণ শক্তি
ii. যৌগের উচ্চ ল্যাটিস শক্তি
iii. অধাতুর উচ্চ ইলেকট্রন আসক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

২২৫. $_{17}X$ মৌলটি— [উচ্চতর দক্ষতা]
i. কম তড়িৎ ঋণাত্মক
ii. F অপেক্ষা অধিক ইলেকট্রন আসক্তিসম্পন্ন
iii. ভ্যানডার ওয়ালস বল লাভ করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **গ**

২২৬. মৌলের আয়নীকরণ শক্তি —[অনুধাবন]
i. পরমাণুর আকার বৃদ্ধিতে হ্রাস পায়
ii. নিউক্লিয়াসে চার্জ বৃদ্ধিতে বৃদ্ধি পায়
iii. পূর্ণ ও অর্ধপূর্ণ অরবিটালযুক্ত পরমাণুর সুস্থিতির কারণে পর্যায়ভিত্তিক সম্পর্কে ব্যতিক্রম ঘটে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

২২৭. তড়িৎ ঋণাত্মকতা যে সব বিষয়ের উপর নির্ভরশীল —*[পুলিশ লাইন্স স্কুল অ্যান্ড কলেজ, রংপুর]* [উচ্চতর দক্ষতা]
i. নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধিতে তড়িৎ ঋণাত্মকতা বৃদ্ধি পায়
ii. পরমাণুর আকার বৃদ্ধিতে তড়িৎ ঋণাত্মকতা বৃদ্ধি পায়
iii. হাইব্রিডাইজেশন এর উপর তড়িৎ ঋণাত্মকতা নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **খ**

২২৮. নিষ্ক্রিয় গ্যাসের স্থিতিশীল e^- কাঠামোর পরিপন্থী— (প্রয়োগ)
i. SF_6 ii. BF_3
iii. CCl_4
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

২২৯. $1s^2\ 2s^1$ এবং $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$ ইলেকট্রন বিন্যাসদ্বয়ের বিক্রিয়ায় গঠিত যৌগের বন্ধন প্রকৃতি — (উচ্চতর দক্ষতা)
i. পোলার সমযোজী ii. সমযোজী
iii. অপোলার সমযোজী
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

২৩০. NH_4Cl— এ বন্ধন আছে— (অনুধাবন)
i. আয়নিক বন্ধন
ii. সমযোজী বন্ধন
iii. সন্নিবেশ বন্ধন
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

২৩১. $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ আয়নটি— *[বরিশাল বোর্ড-২০১৫]*
i. অষ্টতলকীয়
ii. sp^3d^2 সংকরায়নের মাধ্যমে গঠিত হয়
iii. প্যারাচুম্বকীয় হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

২৩২. C_6H_6 যৌগটি—[প্রয়োগ]
i. বেয়ার পরীক্ষা দেয় না
ii. যুত বিক্রিয়া দেয়
iii. প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া দেয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

২৩৩. অরবিটাল অধিক্রমণের জন্য প্রয়োজন— (অনুধাবন)
i. সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটাল
ii. অর্ধপূর্ণ অরবিটাল
iii. সমঘূর্ণী অরবিটাল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

২৩৪. যে বলের অস্তিত্বের কারণে গ্যাস তরলীকরণ সম্ভব— [অনুধাবন]
i. ভ্যানডারওয়ালস বল
ii. স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল
iii. ডাইপোল-ডাইপোল আকর্ষণ বল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **খ**

২৩৫. সোডিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণে সামান্য অম্ল ও ক্ষার যোগ করলে p^H পরিবর্তিত হয় না, এক্ষেত্রে যে সমীকরণসমূহ সমর্থন করে—(উচ্চতর দক্ষতা)
i. $pH = p^{ka} - \log\frac{[অম্ল]}{[লবণ]}$
ii. $pH = p^{ka} - \log\frac{[লবণ]}{[অম্ল]}$
iii. $pH = p^{ka} + \log\frac{[লবণ]}{[অম্ল]}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **খ**

উদ্দীপকটি পড়ে ২৩৬ ও ২৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

d-ব্লক মৌলের প্রথম মৌল A যা স্থিতিশীল A^{+x} গঠন করে, কিন্তু কোনো রঙ্গিন যৌগ গঠন করে না।

২৩৬. x এর চার্জ কত? [অনুধাবন]

ক +1 খ +2
গ +3 ঘ +4 **গ**

২৩৭. A এর যৌগ বর্ণহীন হওয়ার কারণ— [প্রয়োগ]

i. শক্তিস্তর সর্বদা ডিজেনারেট থাকা
ii. $[Ar] 3d^{10}s^0$ ইলেকট্রনীয় কাঠামো
iii. আলোর বিভিন্ন বিকিরণ শোষণ করে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ২৩৮ ও ২৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

X, Y দুটি মৌলের বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে $X = np_x^1\ np_y^1\ np_z^1$ এবং $Y = np_x^2\ np_y^1\ np_z^1$ হলে।

২৩৮. X এর আয়নীকরণ শক্তি অপেক্ষা এর আয়নীকরণ শক্তি কীরূপ? [অনুধাবন]

ক সমান খ কম
গ বেশি ঘ অনেক বড় **গ**

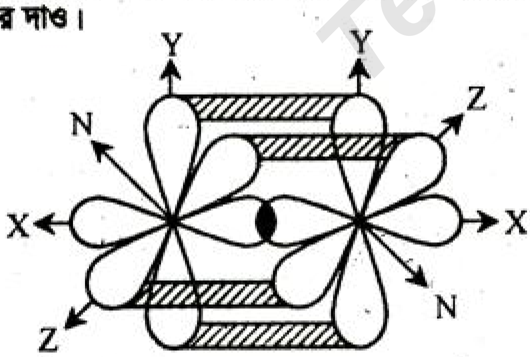
২৩৯. X এর আয়নীকরণ শক্তি Y অপেক্ষা বেশি এর কারণ— [উচ্চতর দক্ষতা]

i. অর্ধপূর্ণ অরবিটাল অপূর্ণ থেকে স্থিতিশীল
ii. X এর অর্ধপূর্ণ অরবিটাল বিদ্যমান
iii. অর্ধপূর্ণ অরবিটালের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং ২৪০ ও ২৪১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।



২৪০. উল্লেখিত যৌগটির কোন অরবিটালে সঞ্চারণশীল π ইলেকট্রন আছে? [অনুধাবন]

ক p_z খ p_y
গ p_x ঘ p_z এবং p_y **ঘ**

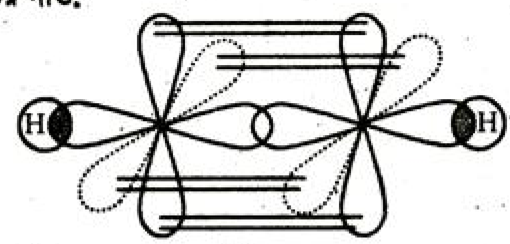
২৪১. সঞ্চারণশীল π ইলেকট্রন থাকা স্বত্ত্বেও উল্লেখিত অণুটির নিষ্ক্রিয়তার কারণ— [উচ্চতর দক্ষতা]

i. সঞ্চারণশীল π ইলেকট্রন N – N বন্ধন দূরত্ব অনেক কমিয়ে দেয়
ii. সঞ্চারণশীল π বন্ধন ও σ বন্ধন গঠন করে
iii. N_2 এর π ইলেকট্রন ত্যাগ করে বলে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং ২৪২ ও ২৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



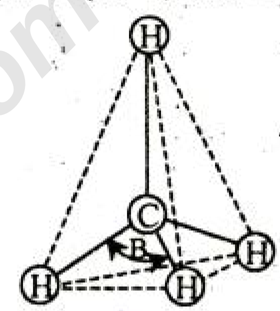
২৪২. চিত্রে π বন্ধন কয়টি? (অনুধাবন)

ক 4 খ 3
গ 2 ঘ 1 **গ**

২৪৩. প্রদত্ত H–C–C বন্ধন কোণ কত? (অনুধাবন)

ক 90° খ 109.5°
গ 120° ঘ 180° **ঘ**

চিত্রটি দেখে ২৪৪ ও ২৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।



২৪৪. B কোণের মান কত? [অনুধাবন]

ক 104°8′ খ 109°28′
গ 109°28′ ঘ 107°4′ **গ**

২৪৫. উল্লেখিত পরমাণুটির বৈশিষ্ট্যসমূহ? [উচ্চতর দক্ষতা]

i. আকার চতুস্তলকীয়
ii. sp^3- সংকরণ বিদ্যমান
iii. সরলরৈখিক

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

চিত্রটি দেখে ২৪৬ ও ২৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

'X' একটি পলি এটমিক যৌগ; যার বন্ধন কোণ 107°। এটি যৌগ গঠনে একদন্তী লিগ্যান্ড হিসেবে কাজ করে।

২৪৬. জটিল আয়নে 'X' লিগ্যান্ডের নাম কী? [প্রয়োগ]

ক অ্যাকুয়া খ অ্যামমিন
গ কার্বনিল ঘ হাইড্রক্সো **খ**

২৪৭. 'X' যৌগটি Co এর সাথে জটিল আয়ন গঠন করলে— [উচ্চতর দক্ষতা]

i. আয়নটির চার্জ + 3
ii. নামকরণ হবে হেক্সা অ্যামমিন কোবাল্ট (iii) আয়ন
iii. নামের শেষে ওকার যুক্ত হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

প্রশ্ন ▶১ অ্যামোনিয়ার শিল্পোৎপাদন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g), \Delta H =$ ঋণাত্মক

[চ. বো. ২০১৭]

ক. pH এর সংজ্ঞা লেখো। ১

খ. 'সকল অবস্থান্তর মৌল [redacted] কিন্তু সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল [redacted] কেন? ২

গ. উদ্দীপক বিক্রিয়ার K_p নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপক বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদন পাওয়ার শর্তসমূহ বিশ্লেষণ করো। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এর মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। গাণিতিকভাবে, $pH = -\log[H^+]$।

খ যে সকল মৌলের পরমাণুর শেষের ইলেকট্রনগুলো সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের পূর্ববর্তী স্তরের d-অরবিটালে প্রবেশ করে থাকে, তাদেরকে d-ব্লক মৌল বলে। অপরদিকে যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের d-অরবিটাল আংশিকভাবে (d^{1-9}) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

$_{21}Sc \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$

$Sc^{+3} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

সুতরাং প্রদত্ত সংজ্ঞানুযায়ী দেখা যায় Sc, d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়। তাই বলা যায় সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল কিন্তু সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ দেওয়া আছে, বিক্রিয়াটি

	$N_2(g)$	+ $3H_2(g)$	$\rightleftharpoons 2NH_3(g)$
প্রাথমিক অবস্থায়,	1 mol	3mol	0
সাম্যাবস্থায়,	$(1-x)$ mol	$3(1-x)$ mol	2x mol

সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= (1 - x + 3 - 3x + 2x)$ mol $= (4 - 2x)$ mol

ধরি, মোট চাপ, P

N_2 এর আংশিক চাপ, $P_{N_2} = \frac{1-x}{4-2x}.P$

H_2 " " ", $P_{H_2} = \frac{3-3x}{4-2x}.P$

NH_3 " " ", $P_{NH_3} = \frac{2x}{4-2x}.P = \frac{x}{2-x}.P$

$$\therefore K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{P_{N_2} \times (P_{H_2})^3}$$

$$= \frac{\left(\frac{x}{2-x}.P\right)^2}{\left(\frac{1-x}{4-2x}.P\right)\left(\frac{3-3x}{4-2x}.P\right)^3}$$

$$= \frac{16x^2(2-x)^2}{27(1-x)^4P^2}$$

যদি $x << P$ হয় তবে $1 - x = 1$, $2 - x = 2$

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত $K_p = \frac{64x^2}{27P^2}$

ঘ প্রদত্ত বিক্রিয়াটি–

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow[\text{Fe, 200 atm}]{450-550°C} 2NH_3(g), \Delta H = \text{ঋণাত্মক}$$

যেহেতু ΔH ঋণাত্মক তাই অ্যামোনিয়ার শিল্পোৎপাদন একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে তাপমাত্রা যত কম হবে, অ[redacted] উৎপাদন তত বেশি হবে। কিন্তু নিম্ন তাপমাত্রায় অ্যামোনি[redacted]নের গতি হ্রাস পায় যা শিল্প কারখানায় অর্থনৈতিক লাভের পরিপন্থী। তাই আয়রন প্রভাবকের উপস্থিতিতে অত্যানুকূল তাপমাত্রায় (450–550°C) সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যাবে।

আবার, সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপাদের মোল সংখ্যা বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা অপেক্ষা কম। তাই লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুযায়ী চাপের পরিমাণ বৃদ্ধি করলে NH_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে। কিন্তু সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদের জন্য বিক্রিয়াটিতে অত্যানুকূল চাপ (200 বায়ুচাপ) প্রয়োগ করা হয়।

সুতরাং উপরের আলোচনা অনুসারে বলা যায় সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ লাভের জন্য লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসরণ করে বিক্রিয়াটিতে 450–550°C তাপমাত্রায় আয়রন প্রভাবকের উপস্থিতিতে 200 atm চাপ প্রয়োগ করতে হবে।

প্রশ্ন ▶২

পাত্র-K	পাত্র-L	পাত্র-M
0.1M 50 mL DH_4OH দ্রবণ $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$	0.001M 15 mL HA দ্রবণ	K + L এর মিশ্রণ

[A ও D এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 17 ও 7]

[চ. বো. ২০১৭]

ক. হেসের সূত্রটি লেখো। ১

খ. তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপ ধ্রুবক কেন? ২

গ. K পাত্রে বিদ্যমান ধনাত্মক মূলক সনাক্তকরণ সমীকরণসহ বর্ণনা করো। ৩

ঘ. M পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কী? বিশ্লেষণ করো। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ সকল তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন-তাপ প্রায় সমান এবং এর মান $-57.3\ kJmol^{-1}$। এর কারণ তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষার উভয়ই জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণ আয়নিত অবস্থায় থাকে। আবার প্রশমন বিক্রিয়ায় যে তাপ উৎপন্ন হয় তা কেবলমাত্র $H^+(aq) + OH^+(aq) \longrightarrow H_2O(l)$ এ বিক্রিয়ার জন্য ঘটে। যেমন- $H^+(aq) + Cl^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l) + Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

নিট বিক্রিয়া: $H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$

তাই সকল তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের বিক্রিয়ার ফলে এই একই নিট-বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। অর্থাৎ 1.0 মোল পানি উৎপাদনে একই পরিমাণ তাপ সর্বদা উৎপন্ন হয়। এজন্য তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের জন্য প্রশমন-তাপের মান ধ্রুবক থাকে অর্থাৎ $57.3\ kJmol^{-1}$ হয়।

গ যেহেতু দেওয়া আছে D এর পারমাণবিক সংখ্যা 7। তাই বলা যায় মৌলটি হলো N। সুতরাং, পাত্র K তে বিদ্যমান DH_4OH হলো NH_4OH এর দ্রবণ এবং এর ধনাত্মক মূলকটি হলো (NH_4^+) আয়ন।

এখন NH_4^+ আয়ন শনাক্তকরণের জন্য একটি টেস্টটিউবে প্রদত্ত NH_4OH এর 2 – 1 mL প্রস্তুত বর্ণহীন জলীয় দ্রবণ নিয়ে তাতে নেসলার বিকারক যোগ করা হয়। ফলে অ্যামিনো মারকিউরিক

আয়োডাইডের বাদামি অধঃক্ষেপ পড়ে। নেসলার দ্রবণ হলো NaOH বা KOH দ্রবণ মিশ্রিত পটাশিয়াম আয়োডো মারকিউরেট ($K_2[HgI_4]$)। এই পরীক্ষায় সংঘটিত বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ–

$2NH_4^+{}_{(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow 2Na^+{}_{(aq)} + 2NH_{3(g)} + 2H_2O_{(l)}$

$2K_2[HgI_4]_{(aq)} + 2NH_{3(g)} \rightarrow NH_2Hg_2I_{3(s)}\downarrow + NH_4I + 4KI_{(aq)}$

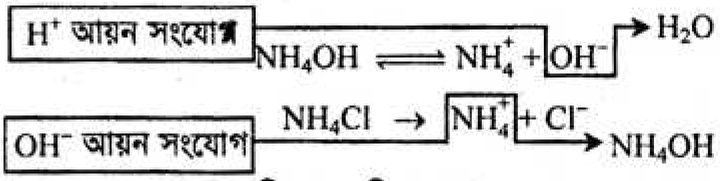
অ্যামিনো মারকিউরিক আয়োডাইডের এই বাদামি অধঃক্ষেপ দ্বারা প্রমাণিত হয় যে দ্রবণে অ্যামোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) বিদ্যমান।

ঘ প্রদত্ত K ও L পাত্রের দ্রবণদ্বয় হলো–

0.1M 50 mL $NH_4OH \equiv$ 1 M 5mL NH_4OH

0.001M 15 mL HCl ≡ 1M 0.015 mL HCl [যেহেতু ...]

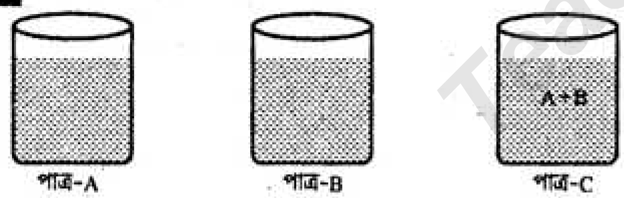
তীব্র এসিড HCl, মৃদু ক্ষার NH_4OH এর ... বিক্রিয়া করে লবণ NH_4Cl গঠন করে এবং বিক্রিয়া পাত্রে অতিরিক্ত NH_4OH বিদ্যমান থাকে। তাই NH_4Cl ও NH_4OH এর মিশ্রণ হলো একটি ক্ষারীয় প্রকৃতির বাফার দ্রবণ।



উক্ত বাফার দ্রবণে অল্প পরিমাণ এসিড (H^+) যোগ করলে তা দ্রবণে বিদ্যমান OH^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য H_2O সৃষ্টি করে। তখন NH_4OH এর সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে গিয়ে OH^- আয়ন উৎপন্ন করে। ফলে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে। আবার উক্ত দ্রবণে সামান্য পরিমাণ OH^- আয়ন যোগ করা হলে তা NH_4^+ আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য NH_4OH অণু উৎপন্ন করে। যেহেতু NH_4OH মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য তাই এটিও অতি সামান্য বিয়োজিত হয়। ফলে OH^- আয়নের ঘনমাত্রা তথা pH অপরিবর্তিত থাকবে।

সুতরাং উপরে বর্ণিত বাফার দ্রবণের ক্রিয়াকৌশল অনুসারে M পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ তীব্র এসিড বা ক্ষার যোগ করা হলেও দ্রবণের pH অপরিবর্তিত থাকবে।

প্রশ্ন ▶৩



পাত্র-A HA 25 mL 0.1M | পাত্র-B NaOH 15 mL 0.1M | পাত্র-C

[ঢা. বো. ২০১৬]

ক. হাইড্রোজেন বন্ধন কী? ১

খ. NaCl অপেক্ষা CuCl এর গলনাংক কম কেন? ২

গ. পাত্র-A এর দ্রবণের pH মান গণনা করো। ($K_a = 1.8 \times 10^{-4}$) ৩

ঘ. উদ্দীপকের C পাত্রে সামান্য HCl যোগ করলে দ্রবণের pH পরিবর্তন হবে কিনা— কারণসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হাইড্রোজেন যুক্ত পোলার অণুসমূহ যখন পরস্পরের সান্নিধ্যে আসে তখন একটি অণুর হাইড্রোজেন প্রান্ত অন্য অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দিকে যে বিশেষ বন্ধনে আকৃষ্ট হয় তাকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

খ Na পরমাণুতে d অরবিটাল নেই, Cu পরমাণুতে d অরবিটাল আছে। d ও f অরবিটালে ইলেকট্রন যুক্ত ক্যাটায়নের পোলারায়ন ক্ষমতা s ও p অরবিটালে ইলেকট্রনযুক্ত ক্যাটায়নের পোলারায়ন ক্ষমতা অপেক্ষা বেশি। কোনো ক্যাটায়ন দ্বারা অ্যানায়নের যত বেশি পোলারায়ন হবে, যৌগটির বন্ধন প্রকৃতি ততই আদর্শ আয়নিক বন্ধন থেকে বিচ্যুত হয়ে সমযোজী হবে। ফলে NaCl এর তুলনায় CuCl যৌগে সমযোজী বৈশিষ্ট্যের আধিক্য দেখা যায়। আবার আমরা জানি, সমযোজী যৌগসমূহের গলনাংক ও স্ফুটনাংক আয়নিক যৌগের তুলনায় কম। এজন্য NaCl অপেক্ষা CuCl এর গলনাংক কম হয়।

গ প্রদত্ত A দ্রবণটি হলো HA এসিডের, যার বিয়োজন ধ্রুবক K_a এর মান হলো 1.8×10^{-4} এবং ঘনমাত্রা C = 0.1M।

সুতরাং,

বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

$= \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-4}}{0.1}}$

$= 0.0424$

$\therefore [H^+] = \alpha \times C$

$= 0.0424 \times 0.1M$

$= 4.24 \times 10^{-3}M$

$\therefore pH = -\log[H^+]$

$= -\log(4.24 \times 10^{-3})$

$= 2.37$

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে HA দ্রবণের pH হলো 2.37।

ঘ এখানে A পাত্রে আছে HA এসিড যার K_a এর মান দেওয়া আছে 1.8×10^{-4}। সুতরাং প্রদত্ত মান থেকে বলা যায় HA একটি দুর্বল এসিড। আবার, B পাত্রে আছে NaOH দ্রবণ যা একটি তীব্র ক্ষার এবং C পাত্রে রয়েছে এদের মিশ্রণ।

সুতরাং C পাত্রে সংঘটিত বিক্রিয়া হলো–

$HA + NaOH = ANa + H_2O$

বিক্রিয়া অনুসারে বলা যায় দ্রবণটি একটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ।

এই বাফার দ্রবণে কিছু পরিমাণ HCl যোগ করা হলে এর pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হবে না। কারণ HA একটি মৃদু এসিড এবং এর বিয়োজন ধ্রুবক K_a এর মান 1.8×10^{-4} যা খুব কম। সাম্যাবস্থার দ্রবণে H^+, A^- ও Na^+ উপস্থিত থাকে। এই বাফার দ্রবণে কিছু পরিমাণ H^+ যোগ করা হলে দ্রবণে উপস্থিত A^- এর সাথে H^+ যুক্ত হয়ে HA তে পরিণত হয়।

$A^- + H^+ = AH$

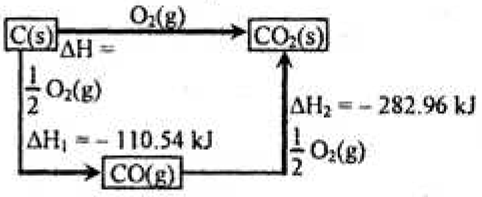
যেহেতু AH একটি মৃদু এসিড তাই এ বিক্রিয়ার সাহায্যে উৎপন্ন এসিড অ-আয়নিত অবস্থায় থাকে ফলে pH এর তেমন কোনো পরিবর্তন হয় না।

$AH \rightleftharpoons A^- + H^+$

$ANa \rightarrow A^- + Na^+$

উপরোক্ত বর্ণনানুসারে এবং বাফার দ্রবণের শর্তানুযায়ী এ কথা বলা যায় যে, C পাত্রের দ্রবণে সামান্য HCl যোগ করলে দ্রবণের pH এর মান অপরিবর্তিত থাকবে।

প্রশ্ন ▶৪



[ঢা. বো. ২০১৫]

ক. দ্রবণ তাপ কাকে বলে? ১

খ. "তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের বিক্রিয়ায় প্রশমন তাপের মান ধ্রুব"— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত ডাটা থেকে CO_2 উৎপাদনে ΔH-এর মান হিসাব করো। ৩

ঘ. "হেসের সূত্র শক্তির অবিনাশিতাবাদ সূত্রের ভিন্নরূপ"— উদ্দীপকের আলোকে মূল্যায়ন করো। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1 গ্রাম মোল দ্রবকে যথেষ্ট পরিমাণ (যে অবস্থায় আরো দ্রাবক যোগ করলে তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে) দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হলে যে পরিমাণ তাপের পরিবর্তন হয় তাকে ঐ দ্রবের দ্রবণ তাপ বলে।

খ সৃজনশীল ২ এর 'খ' নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

গ প্রশ্ন অনুসারে C ও O_2 এর দহন বিক্রিয়ায় CO_2 উৎপাদনের বিক্রিয়াটি দুটি ভিন্ন উপায়ে সংঘটিত হয়। [illegible] উপায়ে বিক্রিয়াটি এক ধাপে এবং ২য় উপায়ে বিক্রিয়াটি [illegible] সংঘটিত হয়।

(i) $C + O_2 \rightarrow CO_2$; $\Delta H = ?$

(ii) $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO$; $\Delta H_1 = -110.54$ kJ

$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$; $\Delta H_2 = -282.9$ kJ

হেসের তাপ সমষ্টিকরণ সূত্র হতে,

$$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$$
$$= (-110.54 - 282.9) \text{ kJ}$$
$$= -393.44 \text{ kJ}$$
$$\therefore \Delta H = -393.44 \text{ kJ}$$

সুতরাং হেসের সূত্র প্রয়োগ করে প্রাপ্ত CO_2 এর ΔH এর মান হলো–393.44kJ।

ঘ শক্তির অবিনাশিতাবাদ সূত্রানুসারে শক্তি সৃষ্টি কিংবা বা ধ্বংস হয় না। হেসের সূত্র শক্তির অবিনাশিতাবাদ সূত্রের একটি ভিন্নরূপ। বিষয়টি প্রদত্ত প্রশ্নের আলোকে নিম্নরূপে বিশ্লেষণ করা হলো:

এখানে মূল বিক্রিয়াটির বিক্রিয়ক C এবং উৎপাদ CO_2। বিক্রিয়ক C হতে উৎপাদ CO_2 তৈরি করার জন্য প্রশ্ন অনুসারে দুটি ভিন্ন পথ অবলম্বন করা হয়েছে। প্রথম পথে, C হতে CO_2 প্রাপ্তিতে তাপশক্তির পরিবর্তন $\Delta H = -393.4$ kJ ('গ' হতে প্রাপ্ত)।

দ্বিতীয় পথে, প্রথম ধাপে, C হতে CO প্রাপ্তিতে তাপশক্তির পরিবর্তন, $\Delta H_1 = -110.54$ kJ ও দ্বিতীয় ধাপে, CO হতে CO_2 প্রাপ্তিতে তাপশক্তির পরিবর্তন $\Delta H_2 = -282.9$ kJ। আমরা জানি, হেসের সূত্রানুযায়ী, $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$

প্রদত্ত ডাটা অনুযায়ী হিসাব করে হেসের সূত্রটির সত্যতা প্রমাণিত হয়েছে। অর্থাৎ বিক্রিয়াটি যত সংখ্যক ধাপে যেভাবেই ঘটুক না কেনো তাপশক্তির পরিবর্তন যেকোনো পথে একই থাকে। অর্থাৎ শক্তির কোনোরূপ পরিবর্তন বা শক্তি সৃষ্টি বা ধ্বংস হয় না।

অতএব, উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় হেসের সূত্র শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসরণ করে চলে। তাই বলা যায় হেসের সূত্র শক্তির অবিনাশিতাবাদ সূত্রের একটি ভিন্নরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫ $A_2(g)$ ও $B_2(g)$ দু'টি গ্যাস মিশ্রণ 500°C তাপমাত্রায় ও 50atm চাপে বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় 25% $AB_3(g)$ উৎপন্ন করে এবং 92kJ তাপ উৎপন্ন হয়। *[দি. বো. ২০১৫]*

ক. ভরক্রিয়া সূত্রটি বর্ণনা করো। ১

খ. খাদ্য সংরক্ষণ কেস হার্ডেনিং কাকে বলে? — ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p-এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. লা-শ্যাটেলিয়ার নীতি প্রয়োগ করে কীভাবে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ উৎপন্ন করা যায় উদ্দীপকের আলোকে আলোচনা করো। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়ক অণুগুলোর সক্রিয় ভরের (মোলার ঘনমাত্রা, আংশিক চাপ) সমানুপাতিক হয়।

খ যেসব খাদ্য দ্রবীভূত চিনি ও অন্যান্য কঠিন পদার্থ উচ্চ ঘনমাত্রায় বহন করে যেসব খাদ্য শুষ্ককরণে কেস হার্ডেনিং প্রদর্শন করে। খাদ্য শুষ্ককরণের সময় উত্তপ্ত বায়ু খাদ্যের বিভিন্ন স্তর হতে পানি অপসারণ করতে থাকে। খাদ্যস্থিত বিভিন্ন ছিদ্র ও নালীপথে পানি কেন্দ্রের দিক হতে বাইরে বায়ুর সান্নিধ্যে আসতে থাকে। আবার ক্যাপিলারি পানি বিভিন্ন ধরনের চিনি, লবণ, দ্রবীভূত পদার্থ বহন করে নিয়ে আসে। যখন উত্তাপে পানি বাষ্পীভূত হয় তখন এ সকল পদার্থ খাদ্যের গায়ে জমে কেস হা[illegible]র্ডেনিং সৃষ্টি করে।

গ উদ্দী[redacted]বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

$$A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$$

	A_2	$3B_2$	$2AB_3$
প্রাথমিক অবস্থায় মোল সংখ্যা :	1	3	0
সাম্যাবস্থায় মোল সংখ্যা :	$1-\alpha$	$3-3\alpha$	2α

সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= 1 - \alpha + 3 - 3\alpha + 2\alpha$
$= 4 - 2\alpha$

$\therefore$ A_2 এর আংশিক চাপ, $P_{A_2} = \frac{1-\alpha}{4-2\alpha} \times P$
$= \frac{1-0.25}{4-2\times 0.25} \times 50$ atm
$= 10.714$ atm

এখানে,
বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = 25\% = 0.25$
মোট চাপ, $P = 50$ atm

B_2 এর আংশিক চাপ, $P_{B_2} = \frac{3-3\alpha}{4-2\alpha} \times P$
$= \frac{3-3\times 0.25}{4-2\times 0.25} \times 50$ atm
$= 32.143$ atm

AB_3 এর আংশিক চাপ, $P_{AB_3} = \frac{2\alpha}{4-2\alpha} \times P$
$= \frac{2\times 0.25}{4-2\times 0.25} \times 50$ atm
$= 7.143$ atm

$$\therefore K_p = \frac{P_{AB_3}^2}{P_{A_2} \times P_{B_2}^3}$$
$$= \frac{(7.143)^2}{10.714 \times (132.143)^3} \times \frac{atm^2}{atm \times atm^3}$$
$$= 1.43 \times 10^{-4} \text{ atm}^{-2}$$

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত বিক্রিয়াটির K_p হলো 1.43×10^{-4} atm^{-2}।

ঘ প্রদত্ত উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো–

$A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$ $\qquad \Delta H = -$ ve

প্রথমত, এ বিক্রিয়াটি একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। সুতরাং তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে বিক্রিয়াটি পশ্চাৎ দিকে অগ্রসর হয়। কাজেই তাপমাত্রা হ্রাস করলে তাপমাত্রা হ্রাসের ফলাফল প্রশমিত করার জন্য তাপ উৎপাদী সম্মুখ প্রক্রিয়া বৃদ্ধি পায়। আর এর ফলে সাম্যাবস্থার অবস্থান ডানদিকে সরে যায় এবং AB_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

দ্বিতীয়ত, বিক্রিয়াটিতে 1 মোল A_2 ও 3 মোল B_2 থেকে 2 মোল AB_3 গ্যাস উৎপন্ন হয়েছে। অর্থাৎ এখানে আয়তনের সংকোচন ঘটেছে। সুতরাং লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে চাপ প্রয়োগ করা হলে বিক্রিয়াটি ডান দিকে অগ্রসর হবে এবং উৎপাদন বৃদ্ধি পায়। কাজেই, উচ্চ চাপে AB_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

সর্বোপরি বিক্রিয়াটি উভমুখী। সুতরাং পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া রোধ করার জন্য AB_3 উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়াস্থল থেকে সরিয়ে নেয়া হয়।

উপরোক্ত আলোচনা অনুসারে বলা যায় যে, লা-শাতেলিয়ারের নীতি মোতাবেক বিক্রিয়ার প্রকৃতি অনুসারে বিক্রিয়াটির উপর কম তাপ ও উচ্চ চাপ প্রয়োগ করে বিক্রিয়াকে সম্মুখমুখী করে উৎপাদন মাত্রা বাড়ানো সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ৬ (1) $A_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2AH_3(g) +$ তাপ

(2) $A_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2AO_2(g) -$ তাপ

[রা. বো. ২০১৭]

ক. অরবিটাল কাকে বলে? ১

খ. সকল 'd' ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. সাম্যাবস্থায় উদ্দীপকের বিক্রিয়া দুটিতে চাপের প্রভাব আলোচনা করো। ৩

ঘ. (1) ও (2) বিক্রিয়ার তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাম্যাংক K_p এর পরিবর্তন লেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারদিকে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও নির্দিষ্ট শক্তিযুক্ত ইলেকট্রন মেঘের অবস্থানের সম্ভাবনা 90-95% হয়ে থাকে, ইলেকট্রন মেঘের সে এলাকাকে অরবিটাল বলে।

খ যে সকল মৌলের পরমাণুর শেষের ইলেকট্রনগুলো সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের পূর্ববর্তী স্তরের d-অরবিটালে প্রবেশ করে থাকে, তাদেরকে d-ব্লক মৌল বলে। অপরদিকে যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের d-অরবিটাল আংশিকভাবে (d^{1-9}) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

$_{21}Sc \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$

$Sc^{+3} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

সুতরাং প্রদত্ত সংজ্ঞানুযায়ী দেখা যায় Sc, d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়। তাই বলা যায় সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল কিন্তু সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ প্রদত্ত প্রথম বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$A_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2AH_{3(g)} + \text{তাপ}$$

এখানে গ্যাসীয় বিক্রিয়াটিতে উৎপাদের মোল সংখ্যা বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা অপেক্ষা কম বলে একই আয়তনে চাপ হ্রাস পায়। এক্ষেত্রে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে চাপ বৃদ্ধিতে সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায়। ফলে উৎপাদের পরিমাণ বাড়ে। আবার চাপ হ্রাস করা হলে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধির কারণে উৎপাদের পরিমাণ হ্রাস পায়।

আবার প্রদত্ত দ্বিতীয় বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$A_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightleftharpoons 2AO_{2(g)} - \text{তাপ}$$

উপরোক্ত গ্যাসীয় বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে উৎপাদের মোল সংখ্যা বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা অপেক্ষা কম ফলে এখানেও একই আয়তনে চাপ হ্রাস পায়। তাই লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে চাপের বৃদ্ধিতে সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পায় এবং উৎপাদ AO_2-এর পরিমাণও বৃদ্ধি পায়। অপরদিকে চাপ হ্রাস করা হলে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পায়। ফলে উৎপাদের পরিমাণ হ্রাস পায়।

সুতরাং উল্লেখিত উভয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেই দেখা যাচ্ছে চাপ বৃদ্ধির প্রভাবে উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় এবং অনুরূপভাবে চাপ হ্রাসে উৎপাদন হ্রাস পায়।

ঘ এখানে (1) ও (2) নং বিক্রিয়া দুটি নিম্নরূপ–

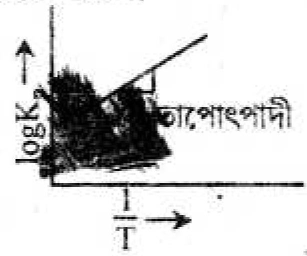
$$(1)\ A_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2AH_{3(g)} + \text{তাপ}$$

$$(2)\ A_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2AO_{2(g)} - \text{তাপ}$$

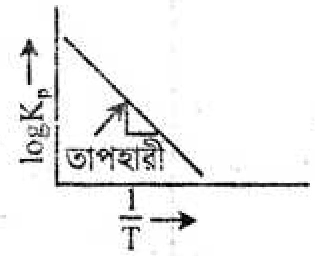
অর্থাৎ (1) নং বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী এবং (2) নং বিক্রিয়াটি তাপহারী বিক্রিয়া। আমরা জানি, উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব রয়েছে। তাপমাত্রার বৃদ্ধি বা হ্রাসে সাম্যাবস্থার অবস্থানের মতো সাম্যধ্রুবকেরও পরিবর্তন ঘটে। সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যার জন্য ভ্যান্ট হফের সমীকরণটি নিম্নরূপ–

$$\log K_p = -\left(\frac{\Delta H}{2.303R}\right)\frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক}$$

এই ভ্যান্ট হফের সমীকরণটি সরলরেখার সমীকরণ $Y = mx + c$ এর অনুরূপ। তাই $\log K_p$ বনাম $\frac{1}{T}$ দ্বারা অঙ্কিত লেখচিত্রটি একটি সরলরেখা হবে।



(1) নং বিক্রিয়া

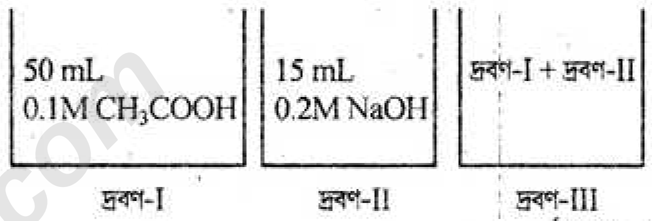


(2) নং বিক্রিয়া

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা (T) বৃদ্ধি করলে $\frac{1}{T}$ হ্রাস পায় এবং $\log K_p$ এর মানও হ্রাস পায়। আবার তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা (T) বৃদ্ধি করলে $\frac{1}{T}$ বৃদ্ধি পায় এবং $\log K_p$ এর মানও বৃদ্ধি পায়।

সুতরাং (1) নং বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে সাম্যধ্রুবকের মান হ্রাস পাবে এবং (2) নং বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলে সাম্যধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পাবে। এটাই হলো প্রদত্ত বিক্রিয়া দুটির সাম্যধ্রুবকের উপর প্রয়োগকৃত তাপমাত্রার প্রভাব।

প্রশ্ন ▶ ৭



[রা. বো. ২০১৭]

ক. দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সীমা লেখো। ১

খ. HNO_3 ও H_3PO_4 এসিডদ্বয়ের মধ্যে কোনটির তীব্রতা বেশি? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. II নং দ্রবণের pH হিসাব করো। ৩

ঘ. III নং দ্রবণে অল্প পরিমাণ H^+ বা OH^- যোগ করা সত্ত্বেও দ্রবণের pH এর পরিবর্তন হয় না– যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা করো। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা হলো 380nm থেকে 780nm।

খ আমরা জানি, অক্সি এসিডসমূহের ক্ষেত্রে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যত বেশি তার তীব্রতাও ততো বেশি হয়। আবার ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান হলে যে পরমাণুর আকার ছোট তার তীব্রতা বেশি হয়।

$$H\overset{+5}{N}O_3 \qquad H_3\overset{+5}{P}O_4$$

HNO_3 ও H_3PO_4 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান। কিন্তু নাইট্রোজেনের আকার ফসফরাস অপেক্ষা ছোট বিধায় এতে চার্জ ঘনত্ব বেশি। তাই স্বভাবতই HNO_3 এর তীব্রতা H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক।

গ এখানে, II নং পাত্রের ক্ষেত্রে,

$[OH^-] = 0.2M$

$\therefore pOH = -\log[OH^-]$

$= -\log(0.2)$

$= 0.699$

আবার, $pH + pOH = 14$

$\therefore pH = 14 - pOH$

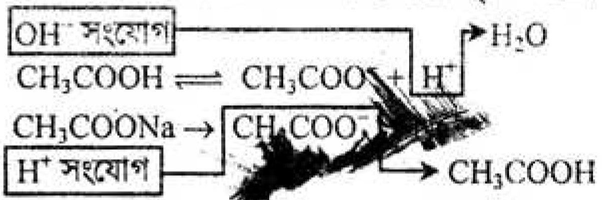
$= 14 - 0.699$

$= 13.30$

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে II নং পাত্রের দ্রবণের pH হলো 13.30।

ঘ এখানে, 0.1 M 50 mL $CH_3COOH \equiv$ 1 M 5 mL CH_3COOH
0.2 M 15 mL NaOH $\equiv$ 1 M 3 mL NaOH

অর্থাৎ দ্রবণ দুটিকে একত্রে মিশ্রিত করলে 1M 3 mL লবণ (CH_3COONa) উৎপন্ন হয় এবং 1 M 2 mL CH_3COOH এসিড অবশিষ্ট থাকে যা একটি এসিডিক বাফার দ্রবণের সৃষ্টি করে।



এই এসিডিক বাফার মিশ্রণে CH_3COO^-, Na^+ ও H^+ আয়ন থাকে। এখন III নং পাত্রের দ্রবণে যখন সামান্য H^+ যোগ করা হয় তখন তা বিদ্যমান CH_3COO^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য CH_3COOH উৎপন্ন করে। CH_3COOH মৃদু এসিড বিধায় তা সামান্য পরিমাণ বিয়োজিত হয়। ফলে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বিশেষ বাড়ে না। তাই pH অপরিবর্তিত থাকে।

আবার III নং পাত্রে সামান্য পরিমাণ OH^- যোগ করলে তা দ্রবণে বিদ্যমান H^+ আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য H_2O উৎপন্ন করে। তখন CH_3COOH এর সাম্যাবস্থা ডান দিকে অগ্রসর হয়ে H^+ আয়নের ঘাটতি পূরণ করে। ফলে তখনও দ্রবণের pH এর তেমন কোনো পরিবর্তন হয় না।

সুতরাং বলা যায় যে, III নং দ্রবণে অল্প পরিমাণ H^+ বা OH^- যোগ করা সত্ত্বেও এই এসিডীয় বাফার, বাফার দ্রবণের ক্রিয়া কৌশলকে কাজে লাগিয়ে সংশ্লিষ্ট দ্রবণের pH অপরিবর্তিত রাখে।

প্রশ্ন ▶৮ (i) $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -ve$
(ii) $PX_5(g) \rightleftharpoons PX_3(g) + X_2(g); \Delta H = +ve$

[রা. বো. ২০১৭]

ক. বাফার ক্রিয়া কী? ১
খ. পানির আয়নিক গুণফল বলতে কী বোঝায়? ২
গ. উদ্দীপকের (ii) নং সমীকরণের K_p-এর রাশিমালা নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপক বিক্রিয়াদ্বয়ের সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব আলোচনা করে লেখচিত্রের সাহায্যে তা ব্যাখ্যা করো। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বাফার দ্রবণে বাইরে থেকে অল্প পরিমাণ দুর্বল এসিড বা দুর্বল ক্ষার যোগ করার ফলে pH মানের পরিবর্তনকে বাধা দেওয়ার ক্ষমতাকে ঐ বাফার দ্রবণের বাফার ক্রিয়া বলে।

খ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানিতে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা, $[H^+]$ ও হাইড্রক্সিল আয়নের ঘনমাত্রার, $[OH^-]$ গুণফল ধ্রুবক হয়। এ গুণফলকে পানির আয়নিক গুণফল বলে। পানির আয়নিক গুণফলকে K_w দ্বারা প্রকাশ করা হয়। বিভিন্ন তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল এর মান সামান্য ভিন্ন হয়। 25°C তাপমাত্রায় পানির আয়নিক গুণফল, K_w এর মান 1×10^{-14} mol^2L^{-2} ধরা হয়।

গ প্রদত্ত (ii) নং বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ—

	$PX_{5(g)}$ $\rightleftharpoons$	$PX_{3(g)}$ +	$X_{2(g)}$
প্রাথমিক অবস্থায়,	a mol	0 mol	0 mol
সাম্যাবস্থায়,	$(a-\alpha)$ mol	α mol	α mol

মনে করি, সিস্টেমের মোট চাপ = P

সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= (a - \alpha + \alpha + \alpha)$ mol $= (a + \alpha)$ mol

PX_5 এর আংশিক চাপ, $P_{PX_5} = \frac{(a-\alpha)}{(a+\alpha)} . P$

PX_3 এর আংশিক চাপ, $P_{PX_3} = \frac{\alpha}{(a+\alpha)} . P$

X_2 এর আংশিক চাপ, $P_{X_2} = \frac{\alpha}{(a+\alpha)} . P$

$\therefore$ সাম্যধ্রুবক, $K_p = \frac{P_{PX_3} \times P_{X_2}}{P_{PX_5}}$

$$= \frac{P\left(\frac{\alpha}{a+\alpha}\right) \times P\left(\frac{\alpha}{a+\alpha}\right)}{P\left(\frac{a-\alpha}{a+\alpha}\right)}$$

$$= \frac{\alpha^2}{(a+\alpha)^2} \times P^2 \times \frac{(a+\alpha)}{(a-\alpha)}\frac{1}{P}$$

$$= \frac{\alpha^2}{a^2-\alpha^2} . P$$

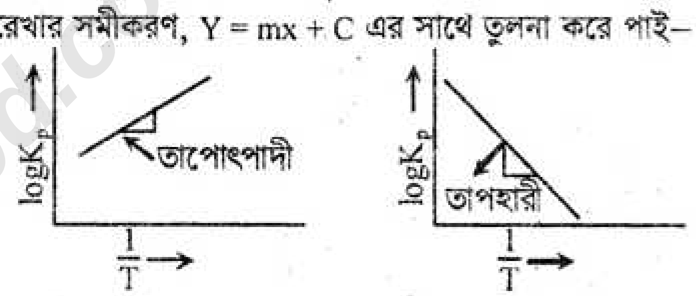
সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত K_p এর রাশিমালা হলো $\frac{\alpha^2}{a^2-\alpha^2} P$।

ঘ প্রশ্নে সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া দুটি নিম্নরূপ—
(i) $A_{2(g)} + 3B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{3(g)}; \Delta H = -ve$
(ii) $PX_{5(g)} \rightleftharpoons PX_{3(g)} + X_{2(g)}; \Delta H = +ve$

উপরে বিক্রিয়াদ্বয়ের মধ্যে (i) নং বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী এবং (ii) নং বিক্রিয়াটি তাপহারী বিক্রিয়া। উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব রয়েছে। তাপমাত্রার বৃদ্ধি বা হ্রাসে সাম্যাবস্থার অবস্থানের মতো সাম্যধ্রুবকেরও পরিবর্তন ঘটে। সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যার জন্য ভ্যান্ট হফের সমীকরণটি নিম্নরূপ—

$$\log K_p = -\left(\frac{\Delta H}{2.303R}\right)\frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক}$$

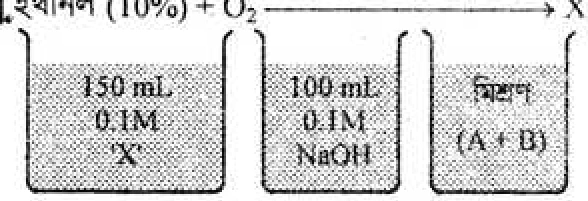
সরলরেখার সমীকরণ, $Y = mx + C$ এর সাথে তুলনা করে পাই—



(i) নং বিক্রিয়া (ii) নং বিক্রিয়া

অর্থাৎ চিত্রানুসারে (i) নং বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে সাম্যধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পাবে। কিন্তু (ii) নং বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সাম্যধ্রুবকের মান হ্রাস পাবে। এটাই মূলত (i) ও (ii) নং বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার যথেষ্ট প্রভাব রয়েছে।

প্রশ্ন ▶৯ ইথানল (10%) + O_2 $\xrightarrow{\text{মাইকোডার্মা অ্যাসিটিক}}$ X + H_2O



দ্রবণ-A দ্রবণ-B দ্রবণ-C

[রা. বো. ২০১৬]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১
খ. সিগমা বন্ধন মূলত সমযোজী বন্ধন-ব্যাখ্যা করো। ২
গ. দ্রবণ-A এর খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. C পাত্রের দ্রবণে সামান্য ক্ষার যোগ করলে pH মানের পরিবর্তন হবে কিনা— বিশ্লেষণ করো। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ককে উৎপাদে পরিণত হতে হলে সর্বনিম্ন যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় বা অর্জন করতে হয় তাকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

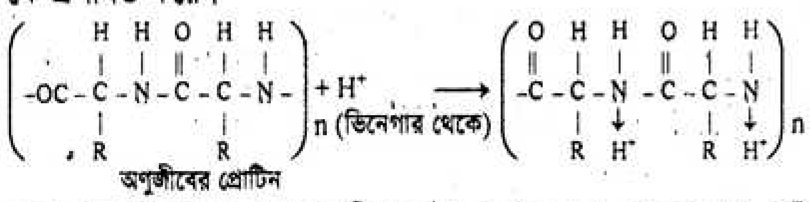
খ দুটি পরমাণুর মধ্যে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় শেয়ারের মাধ্যমে বা সমভাবে ব্যবহারের মাধ্যমে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে সমযোজী বন্ধন বলে। আবার অণু গঠনে অংশগ্রহণকারী দুটি পরমাণুর

একই অক্ষ বরাবর অবস্থিত দুটি অরবিটালের সামনাসামনি অধিক্রমণের ক্ষেত্রে সিগমা বন্ধন গঠিত হয়। যেহেতু উভয় ক্ষেত্রে অণু গঠনকারী পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন সমভাবে ব্যবহার অর্থাৎ শেয়ার ঘটে। তাই বলা যায় সিগমা বন্ধন হলো এক প্রকার সমযোজী বন্ধন।

গ উদ্দীপকের দ্রবণ-A তে মূলত X যৌগ বিদ্যমান। যা নিম্নোক্ত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়।

$$\text{ইথানল } (10\%) + O_2(g) \xrightarrow[\text{অ্যাসিটিক}]{\text{মাইকোডার্মা}} CH_3COOH + H_2O(\ell)$$

অর্থাৎ বিক্রিয়া অনুসারে প্রাপ্ত X যৌগটি ভিনেগার [illegible] ভিনেগার বহুল আলোচিত খাদ্য সংরক্ষক। বস্তুর অণুজীব [illegible] প্রভৃতি এনজাইম খাদ্য পঁচনের ফার্মেন্টেশন বিক্রিয়ায় প্রভাবক হিসেবে কাজ করে। এনজাইমের প্রোটিন শিকলের নাইট্রোজেনে যে মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকে তা প্রভাবন বিক্রিয়ার Active site সরবরাহ করে। কিন্তু ভিনেগারে উপস্থিত ইথানোয়িক এসিড দ্রবণে যে প্রোটন সরবরাহ করে তা ঐ Active site কে প্রশমিত করে।



ফলে এনজাইম আর প্রভাবন ক্রিয়া ঘটাতে পারে না। সুতরাং খাদ্য পঁচে না অর্থাৎ সংরক্ষিত থাকে। এভাবে দ্রবণ– A তে বিদ্যমান যৌগ বা ভিনেগার খাদ্য সংরক্ষণে ভূমিকা রাখে।

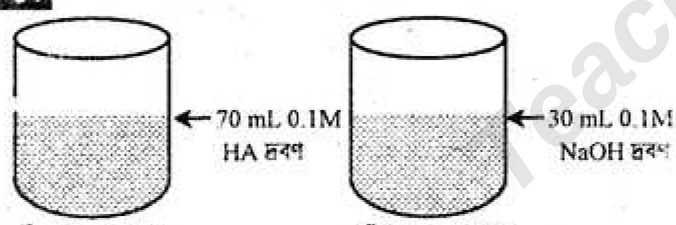
ঘ প্রদত্ত C পাত্রের দ্রবণে মূলত CH_3COOH এবং NaOH বিদ্যমান। সুতরাং C পাত্রে সংঘটিত বিক্রিয়া হলো:

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

উৎপন্ন CH_3COONa এবং আংশিক বিয়োজিত CH_3COOH অম্লীয় বাফার দ্রবণ হিসেবে কাজ করে।

অবশিষ্ট অংশ সৃজনশীল ৭ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১০



চিত্র :১নং দ্রবণ চিত্র :২নং দ্রবণ

[রা. বো. ২০১৫]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফী কী? ১
খ. মোলারিটি তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল কেন? ২
গ. ১নং দ্রবণের pH এর মান কত? ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) ৩
ঘ. ১নং দ্রবণের মধ্যে ২নং দ্রবণ সম্পূর্ণরূপে মিশ্রিত করা হল। উক্ত মিশ্রণের pH গণনার সমীকরণ যুক্তিসহ উপস্থাপন করো। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পদ্ধতির মাধ্যমে কোনো মিশ্রণের উপাদানকে স্থির দশা ও চলমান দশার মাধ্যমে পৃথকীকরণ করা হয় তাকে ক্রোমাটোগ্রাফি বলে।

খ মোলারিটি তাপমাত্রা দ্বারা প্রভাবিত হয়, কেননা এটি দ্রবণের আয়তনের সাথে সম্পর্কিত। আবার কোনো পদার্থের আয়তন তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়।

মোলারিটির প্রকাশ হলো: $M = \dfrac{\text{মোল}}{\text{আয়তন}}$ (mol/L)।

তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আয়তন বেড়ে যায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে আয়তন হ্রাস পায়। সুতরাং বলা যায় যে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আয়তনের উপর নির্ভরশীল দ্রবণের মোলারিটি হ্রাস পায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে মোলারিটি বৃদ্ধি পায়।

গ প্রদত্ত ১নং দ্রবণটিকে ($HA = CH_3COOH$) হিসেবে পরিগণিত করা যায়। কারণ প্রদত্ত K_a এর মান (1.8×10^{-5}) যা CH_3COOH এর সাথে সঙ্গতিপূর্ণ। দুর্বল এসিড জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় না। অবশিষ্ট অংশ সৃজনশীল ৩ এর 'গ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ যেহেতু দেওয়া আছে, $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$। তাই বলা যায় ১নং দ্রবণের HA [illegible] COOH। এখন এই CH_3COOH ও ২নং পাত্রের NaOH [illegible] সংঘটিত বিক্রিয়াটি হলো–

$$CH_3COOH + NaOH \rightleftharpoons CH_3COONa + H_2O \;..... (i)$$

সুতরাং প্রদত্ত মিশ্রণে দুর্বল এসিড CH_3COOH এবং তার শক্তিশালী ক্ষারকের লবণ CH_3COONa থাকে বিধায় এই মিশ্রণ হলো একটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ। নিচে এই বাফার দ্রবণের pH গণনার সমীকরণ প্রতিপাদন করা হলো:

CH_3COOH মৃদু এসিড হওয়ায় জলীয় দ্রবণে সামান্য আয়নিত হয়ে সাম্যাবস্থা অর্জন করে এবং CH_3COONa তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য হওয়ায় জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয়।

CH_3COOH-এর বিয়োজন ধ্রুবক K_a হলে ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে-

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$$

$$\text{বা, } [H^+] = \frac{[K_a][CH_3COO^-]}{[CH_3COO^-]}$$

এখন CH_3COONa সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত হওয়ায় CH_3COO^- এর ঘনমাত্রা লবণের প্রাথমিক ঘনমাত্রার সমান হবে আর লবণ হতে উৎপন্ন পর্যাপ্ত CH_3COO^- এর প্রভাবে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুযায়ী 1 নং বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বাম দিকে সরে আসবে। এতে CH_3COOH-এর বিয়োজনমাত্রা আরও হ্রাস পাবে। তাই CH_3COOH এর সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রা এসিডের প্রাথমিক ঘনমাত্রার সমান ধরা যায়।

$$\therefore [H^+] = \frac{K_a\,[\text{এসিড}]}{[\text{লবণ}]}$$

$$\text{বা, } \log[H^+] = \log K_a + \log\frac{[\text{এসিড}]}{[\text{লবণ}]}$$

$$\text{বা, } -\log[H^+] = -\log K_a - \log\frac{[\text{এসিড}]}{[\text{লবণ}]}$$

$$\therefore pH = pK_a + \log\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]} \quad [\because pH = -\log[H^+];\ pK_a = -\log[K_a]]$$

প্রশ্ন ▶ ১১ 27°C তাপমাত্রায় 1atm চাপে N_2O_4 এর 25% বিয়োজিত হয়। *[রা. বো. ২০১৫]*

ক. লা-শাতেলিয়ার নীতি কী? ১
খ. HF ও NaOH এর প্রশমন তাপ – 57.34kJ অপেক্ষা বেশি কেন? ২
গ. উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়াটির K_p-এর রাশিমালা প্রতিপাদন করো। ৩
ঘ. তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ অর্ধেক করা হলে N_2O_4 এর বিয়োজন মাত্রার কী পরিবর্তন ঘটবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি একটি নিয়ামক (যেমন- তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা ও চাপ) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তন হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

খ HF(aq) এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) এর ক্ষেত্রে স্থির তাপের চেয়ে কিছু পরিমাণ বেশি তাপ উৎপন্ন হয়। কারণ উৎপন্ন লবণ সোডিয়াম ফ্লোরাইড (NaF) পানিতে দ্রবীভূত হয়ে Na^+ এবং F^- আয়ন উৎপন্ন করে। আবার F^- আয়নের চার্জের ঘনত্ব অন্যান্য আয়নের চেয়ে

বেশি হওয়ায় F^- এর সাথে দ্রাবক পানি তুলনামূলকভাবে কিছুটা বেশি দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। ফলে নির্গত তাপ শক্তির পরিমাণও বেশি হয়। একে দ্রাবক যুক্তকরণ শক্তি বলে।

$HF(ag) + NaOH\ (aq) \rightarrow H_2O\ (l) + Na^+\ (aq) + F^-(aq),\ \Delta H = -68.6\ kJ$

এ অতিরিক্ত শক্তির কারণে NaOH ও HF-এর প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে কিছুটা বেশি হয়।

গ ধরা যাক, V লিটার আয়তনের একটি পাত্রে a মোল N_2O_4 -কে উত্তপ্ত করলে NO_2 উৎপন্ন হয় এবং এক [illegible] সাম্যাবস্থায় উপনীত হয়। মনে করি, সাম্যাবস্থায় α [illegible] N_2O_4 বিয়োজিত হয়।

বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :	N_2O_4	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
প্রারম্ভিক মোল সংখ্যা	a		0
সাম্যাবস্থায় মোল সংখ্যা	$a - \alpha$		2α

সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= a - \alpha + 2\alpha = a + \alpha$

সাম্যাবস্থায় মোট চাপ P হলে, আংশিক চাপ হবে–

N_2O_4 এর আংশিক চাপ $P_{N_2O_4} = \frac{a - \alpha}{a + \alpha} P$

NO_2 এর আংশিক চাপ $P_{NO_2} = \frac{2\alpha}{a + \alpha} P$

$$\therefore K_p = \frac{(P_{NO_2})^2}{P_{N_2O_4}} = \frac{\left(\frac{2\alpha}{a+\alpha}P\right)^2}{\frac{a-\alpha}{a+\alpha}} = \frac{4\alpha^2}{a^2 - \alpha^2} P$$

সুতরাং উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়াটির K_p এর রাশিমালা হলো $\frac{4\alpha^2}{a^2 - \alpha^2} P$।

ঘ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া,

	$N_2O_4\ (g)$	$\rightleftharpoons$	$2NO_2$
প্রাথমিক অবস্থায়:	a		0
সাম্যাবস্থায়:	$a - \alpha$		2α

মোট মোল সংখ্যা $= a - \alpha + 2\alpha$

$= a + \alpha$

$$K_p = \frac{\left(\frac{2\alpha}{a+\alpha}\right)^2 . P^2}{\left(\frac{a-\alpha}{a+\alpha}\right) . P}$$

$$= \frac{4\alpha^2}{(a+\alpha)(a-\alpha)} . P$$

$$= \frac{4\alpha^2}{a^2 - \alpha^2}$$

এখানে, চাপ, P = atm

বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = 25\% = 0.25$

প্রাথমিক অবস্থায় মোল সংখ্যা, a = 1

$\therefore$ বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক, $K_p = \frac{4\alpha^2 P}{1 - \alpha^2}$

$$= \frac{4 \times (0.25)^2 \times 1}{1 - (0.25)^2}$$

$$= \frac{0.25}{0.9375} = 0.2667\ atm$$

আবার, তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ অর্ধেক করা হলে, P = 0.5 atm হবে।

তখন, $K_p = \frac{4\alpha^2 P}{1 - \alpha^2}$

বা, $0.2667 = \frac{4 \times \alpha^2 \times 0.5}{1 - \alpha^2}$

বা, $0.2667 = \frac{2\alpha^2}{1 - \alpha^2}$

বা, $0.2667 - 0.2667\alpha^2 = 2\alpha^2$

বা, $2.2667\ \alpha^2 = 0.2667$

বা, $\alpha^2 = \frac{0.2667}{2.2667}$

বা, $\alpha^2 = 0.117661$

বা, $\alpha = \sqrt{0.117661} = 0.3431 = 34.31\%$

সুতরাং [illegible] যে প্রদত্ত গণনানুসারে চাপ পরিবর্তনের ফলে N_2O_4 এর বি[illegible] পূর্বাপেক্ষা $(34.31 - 25)\% = 9.31\%$ বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ▶ ১২

A	B	C
20 mL 0.1M H_2SO_4	6mL 0.025M NaOH	150mL 0.85M CH_3COOH, $K_a = 1.85 \times 10^{-5}$

[দি. বো. ২০১৭]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১

খ. দ্রবণে Al^{3+} আয়ন তুমি কীভাবে শনাক্ত করিবে? ২

গ. (B + C) মিশ্রণের pH গণনা করো। ৩

ঘ. (A + B) মিশ্রণের প্রকৃতি কীরূপ হবে তা বিশ্লেষণ করো। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় কম পরিবেশ দূষণ করে এমন সব প্রক্রিয়া ও উৎপাদন পদ্ধতি নিয়ে গবেষণা করা হয় তাকে সবুজ রসায়ন (গ্রিন কেমিস্ট্রি) বলে।

খ একটি পরীক্ষানলে Al^{3+} এর 1-2 mL দ্রবণ নিয়ে এতে 1-2 ফোঁটা NaOH দ্রবণ যোগ করলে সাদা জেলীর ন্যায় অধঃক্ষেপ পড়ে। এ অধঃক্ষেপের মধ্যে অতিরিক্ত NaOH দ্রবণ যোগ করলে সাদা জেলী দ্রবীভূত হয়ে যায়। এ অবস্থায় দ্রবণে কিছু কঠিন NH_4Cl যোগ করে উত্তপ্ত করলে পুনরায় সাদা জেলী দ্রবণে ফিরে আসে।

$Al^{3+} + 3NaOH \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3Na^+$
(সাদা আঠালো জেলী)

$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaAl(OH)_4$

$NaAl(OH)_4 + NH_4Cl \xrightarrow{\text{তাপ}} Al(OH)_3\downarrow + NaCl + NH_3 + H_2O$
(সাদা জেলী)

এভাবে দ্রবণে বিদ্যমান Al^{3+} আয়ন সনাক্ত করা যায়।

গ এখানে, B পাত্রে রয়েছে 6mL 0.025M NaOH ও C পাত্রে রয়েছে 150 mL 0.85 M CH_3COOH। এদের মিশ্রণে সংঘটিত বিক্রিয়াটি হলো,

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

বিক্রিয়া হতে দেখা যায়,

1 mol CH_3COOH, 1 mol NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে 1 mol CH_3COONa লবণ উৎপন্ন করে।

এখন,

6 mL 0.025M NaOH $\equiv (6 \times 0.025)$mL 1M NaOH
$= 0.15$ mL 1M NaOH

150 mL 0.85M CH_3COOH $\equiv (150 \times 0.85)$ mL 1M CH_3COOH
$= 127.5$ mL 1M CH_3COOH

সুতরাং,

0.15 mL 1M NaOH, 0.15 mL 1M CH_3COOH এর সাথে বিক্রিয়া করে 0.15 mL 1M CH_3COONa উৎপন্ন করবে। সুতরাং দ্রবণে অবশিষ্ট থাকবে $(127.5 - 0.15)$ mL বা 127.35 mL CH_3COOH।

$\therefore$ এসিডের ঘনমাত্রা $= \frac{127.35 \times 1}{127.5 + 0.15}$ M
$= 0.998$ M

$\therefore$ লবণের ঘনমাত্রা $= \frac{0.15 \times 1}{127.5 + 0.15}$
$= 1.175 \times 10^{-3}$ M

$\therefore pH = pK_a + \log\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]}$

$= -\log K_a + \log \frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]}$

$= \log(1.85 \times 10^{-5}) + \log\left(\frac{1.175 \times 10^{-3}}{0.998}\right)$

$= 1.804$

উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত মিশ্রণের pH হলো 1.804।

ঘ A পাত্রে রয়েছে 20 mL 0.1 M H_2SO_4 এবং B পাত্রে রয়েছে 6 mL 0.025 M NaOH। এদেরকে মিশ্রিত করলে সংগঠিত বিক্রিয়াটি হলো,

$$2NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

বিক্রিয়া হতে দেখা যায়,

2 mol NaOH 1 mol H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে।

এখন,

20 mL 0.1M H_2SO_4 ≡ (20 × 0.1)mL 1M H_2SO_4
= 2 mL 1M H_2SO_4

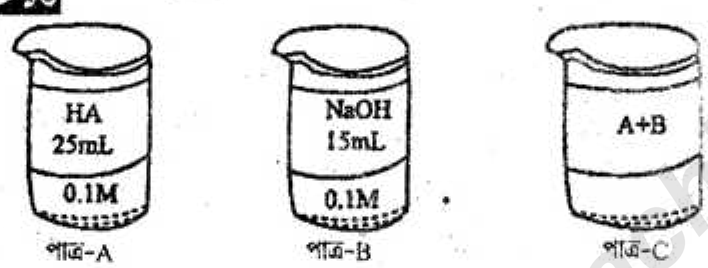
6 mL 0.025M NaOH ≡ (6 × 0.025) mL 1M NaOH
= 0.15 mL 1M NaOH

সুতরাং, 0.15 mL 1M NaOH প্রশমনের জন্য প্রয়োজন $\frac{0.15}{2}$ mL বা 0.075 mL 1M H_2SO_4।

সুতরাং মিশ্রণে অবশিষ্ট থাকবে (2 – 0.075) mL বা, 1.925 mL 1M H_2SO_4।

যেহেতু দেখা যাচ্ছে বিক্রিয়া মিশ্রণে H_2SO_4 অবশিষ্ট থাকে তাই প্রাপ্ত (A + B) মিশ্রণে বিদ্যমান অবশিষ্ট H_2SO_4 এর ফলে মিশ্রণটির প্রকৃতি অম্লীয় হবে।

প্রশ্ন ▶ ১৩



[দি. বো. ২০১৭]

ক. ভরক্রিয়া সূত্রটি লেখো। ১

খ. বিশুদ্ধ পানির pH এর মান 7 কেন? ২

গ. পাত্র A দ্রবণের pH হিসাব করো। ($K_a = 1.8 \times 10^{-4}$) ৩

ঘ. উদ্দীপকের C পাত্রে সামান্য HCl যোগ করলে দ্রবণের pH পরিবর্তন হবে কিনা– কারণসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি বিক্রিয়ার গতিবেগ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী প্রতিটি বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের (মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপ) সমানুপাতিক।

খ কোনো দ্রবণের pH এর মান নির্ভর করে ঐ দ্রবণে বিদ্যমান H^+ এবং OH^- আয়নের মোলার ঘনমাত্রার উপর। বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন $[H^+]$ এবং $[OH^-]$ এর ঘনমাত্রা সমান হওয়ায় এর আয়নিক গুণফলের সমীকরণ দাঁড়ায়– $[H^+][OH^-] = 10^{-14}$

$[H^+][H^+] = 10^{-14}$

বা, $[H^+] = 10^{-7} \because [H^+] = [OH^-]$

এখন উভয়পাশে –log নিলে পাওয়া যায় $-\log [H^+] = -\log(10^{-7})$

বা, pH = 7

অর্থাৎ বিশুদ্ধ পানির pH = 7.

গ ৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৪ (i) $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY(g)$

(ii) $A_2(g) + 3B_2(g) \underset{\text{চাপ}}{\overset{\text{তাপ}}{\rightleftharpoons}} 2AB_3(g); \Delta H = -Ve$

[দি. বো. ২০১৬]

ক. MSDS এর পূর্ণরূপ লেখো। ১

খ. সাম্য ধ্রুবক K_c এর মান শূন্য অথবা অসীম হতে পারে না, কেন? ২

গ. উদ্দীপকের [illegible] বিক্রিয়াটির সাম্য ধ্রুবকের রাশিমালা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের (ii)নং বিক্রিয়াটিতে বেশি পরিমাণ উৎপাদ তৈরির ক্ষেত্রে লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতির ব্যবহার গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MSDS এর পূর্ণরূপ হলো Material Safety and Data Sheets।

খ সাম্যধ্রুবক $K_c = \frac{\text{উৎপাদসমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল}}{\text{বিক্রিয়কসমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল}}$

সাম্যধ্রুবক শুধুমাত্র উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হওয়ায় K_c মান শূন্য হতে হলে ডান পার্শ্বের লবের মান শূন্য হতে হবে যা সম্ভব নয়। K_c এর মান অসীম হতে হলে ডান পার্শ্বের হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কসমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল শূন্য হতে হবে, যা সম্ভব নয়। সুতরাং সাম্যধ্রুবক K_c এর মান শূন্য অথবা অসীম হতে পারে না।

গ মনে করি, a মোল X_2 ও b মোল Y_2, V লিটার আয়তনবিশিষ্ট একটি পাত্রে রেখে তাপ প্রদানের ফলে সাম্যাবস্থায় 2α মোল XY তৈরি হলো।

	$X_2(g)$ +	$Y_2(g)$ ⇌	$2XY(g)$
প্রাথমিক অবস্থায়:	a mol	b mol	0 mol
সাম্যাবস্থায়:	(a–α)mol	(b–α)mol	2α mol

সাম্যাবস্থায়,

X_2 এর মোলার ঘনমাত্রা $= \frac{(a-\alpha)}{V}(\text{molL}^{-1})$

Y_2 " " " $= \frac{(b-\alpha)}{V}(\text{molL}^{-1})$

XY " " " $= \frac{2\alpha}{V}(\text{molL}^{-1})$

$\therefore$ মোলার সাম্য ধ্রুবক, $K_c = \frac{[XY]^2}{[X_2][Y_2]} = \frac{\left(\frac{2\alpha}{V}\right)^2}{\frac{a-\alpha}{V} \times \frac{b-\alpha}{V}} = \frac{4\alpha^2}{(a-\alpha)(b-\alpha)}$

আবার, $K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$

যেহেতু, $\Delta n = 0$

$\therefore K_p = K_c$

সুতরাং উপরোক্ত গণনা হতে প্রাপ্ত সমীকরণই প্রদত্ত (i) নং বিক্রিয়াটির সাম্য ধ্রুবকের রাশিমালা।

ঘ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি হলো:

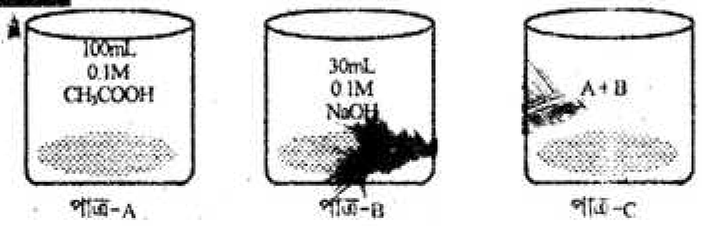
$$A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g); \Delta H = -Q$$

দেখা যাচ্ছে যে বিক্রিয়াটি তাপ উৎপাদী। যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপ উৎপাদী। তাই লা-শাতেলীয় নীতি অনুসারে বেশি উৎপাদ তৈরির ক্ষেত্রে কম তাপমাত্রায় বিক্রিয়া ঘটাতে হবে যেন তাপ উৎপন্ন হয়ে তাপমাত্রা কমানোর ফলাফল প্রশমিত করে। কিন্তু এই কম তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটি ধীর গতিসম্পন্ন হয়। তাই এক্ষেত্রে 450–500°C অত্যানুকূল তাপমাত্রায় যথেষ্ট পরিমাণ উৎপাদ তৈরি হবে।

আবার দেখা যাচ্ছে যে, বিক্রিয়াটিতে উৎপাদে গ্যাসীয় অণুর মোল সংখ্যা কমে যায়। ফলে লা-শাতেলীয়ের নীতি অনুযায়ী বেশি চাপে বিক্রিয়া ঘটালে উৎপাদে চাপ কমে চাপ বাড়ানোর প্রভাব প্রশমিত করে। তাই বেশি উৎপাদ তৈরির ক্ষেত্রে চাপ বাড়াতে হবে। কিন্তু অতিরিক্ত চাপ

অর্জন ব্যয় সাপেক্ষ এবং যান্ত্রিক সীমাবদ্ধতা পূর্ণ। এক্ষেত্রে 200–250 atm হলো অত্যানুকূল চাপ।
সুতরাং লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি প্রয়োগ করে কাঙ্ক্ষিত উৎপাদ তৈরিতে 450–500°C তাপমাত্রায় এবং 200–250 অত্যানুকূল atm চাপে বিক্রিয়া ঘটালে বেশি উৎপাদ তৈরি হবে।

প্রশ্ন ▶ ১৫



[দি. বো. ২০১৬]

ক. রাসায়নিক সাম্যাবস্থা কী? ১
খ. $CaCO_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 8.7×10^{-9} বলতে কী বুঝ? ২
গ. A-পাত্রের দ্রবণের pH গণনা করো। $[K_a = 1.8 \times 10^{-5}]$ ৩
ঘ. C-পাত্রের দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH এর মান কীভাবে অপরিবর্তিত থাকে? বিশ্লেষণ করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রাসায়নিক উভমুখী বিক্রিয়ায় যখন সম্মুখ বিক্রিয়ার বেগ এবং পশ্চাৎ বিক্রিয়ার বেগ সমান হয় তখন সেই অবস্থাকে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলে।

খ $CaCO_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 8.7×10^{-9} বলতে বুঝায় স্থির তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত দ্রবণে Ca^{2+} আয়ন ও CO_3^{2-} আয়নের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল 8.7×10^{-9} হয়। অর্থাৎ

$CaCO_3 \rightleftharpoons Ca^{2+} + CO_3^{2-}$

$[Ca^{2+}] \times [CO_3^{2-}] = 8.7 \times 10^{-7}$

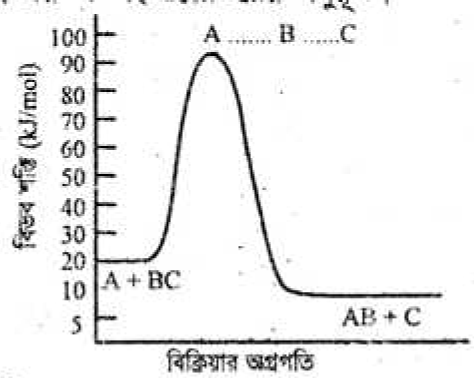
গ ৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ প্রদত্ত C পাত্রের দ্রবণে যেহেতু পাত্র-A এবং পাত্র-B এর দ্রবণ মিশ্রিত আছে তাই এখানে মূলত CH_3COOH এবং NaOH বিদ্যমান রয়েছে।
C পাত্রে সংঘটিত বিক্রিয়া হলো:

$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$

যেহেতু দ্রবণে CH_3COONa উৎপন্ন হয় এবং এখানে আংশিক বিয়োজিত CH_3COOH থাকে। তাই CH_3COOH ও CH_3COONa এর এই মিশ্রণ জলীয় দ্রবণ অম্লীয় বাফার দ্রবণ হিসেবে কাজ করে।
অবশিষ্ট অংশ সৃজনশীল ৭ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৬



উক্ত লেখচিত্রের আলোকে নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

[দি. বো. ২০১৬]

ক. পোলারায়ন কী? ১
খ. পানি একটি উভধর্মী পদার্থ ---- কেন? ২
গ. উদ্দীপকের লেখচিত্র হতে সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি ও বিক্রিয়া তাপ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটিতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রভাবক সংযোগ করলে বিক্রিয়ার হার কীভাবে প্রভাবিত হয়? সক্রিয়ন শক্তি আলোকে ব্যাখ্যা করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি আয়নের প্রভাবে অন্য আয়নের ইলেকট্রন মেঘের বিকৃতি সংঘটিত হওয়াকে পোলারায়ন বলে।

খ ব্রনস্টেড লাউরীর মতে, প্রোটন দানকারী পদার্থ হচ্ছে এসিড এবং গ্রহণকারী [illegible]চ্ছে ক্ষার।
পানি (H[illegible]) [illegible] উভধর্মী পদার্থ কারণ পানি প্রোটিন (H^+) গ্রহণ ও ত্যাগ উভয়ই করতে পারে।

$H_2O + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$

(প্রোটন দান করায় এখানে পানি এসিড হিসেবে কাজ করে)

$H_2O + HCl \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

(প্রোটন গ্রহণ করায় এখানে পানি ক্ষার হিসেবে কাজ করে)
সুতরাং পানির এই উভধর্মী বৈশিষ্ট্যের জন্য বলা যায় H_2O একটি উভধর্মী পদার্থ।

গ প্রদত্ত লেখচিত্রে বিক্রিয়ক পদার্থ হলো A + BC। এর বিভব শক্তি লেখচিত্র অনুসারে 20 kJ/mol। অন্যদিকে অন্তর্বর্তী জটিল যৌগ বা সক্রিয় জটিল যৌগের বিভব শক্তি 95 kJ/mol।

∴ বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি, $E_a = (95 - 20)$ kJ/mol
$= 75$ kJ/mol

আবার, বিক্রিয়ক (A + BC) এর বিভবশক্তি 20 kJ/mol এবং উৎপাদ (AB + C) এর বিভবশক্তি 10 kJ/mol।

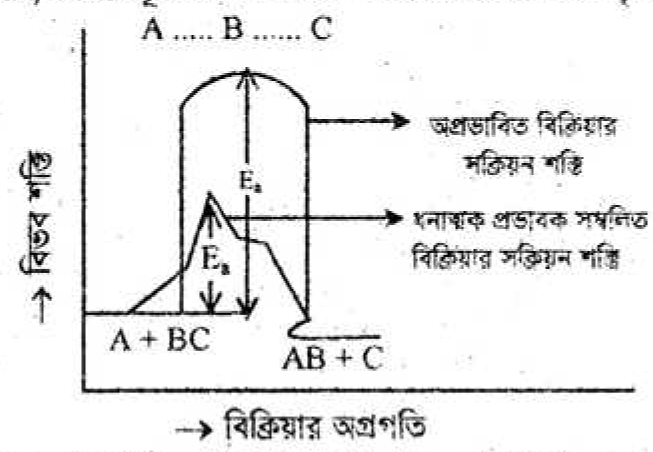
∴ বিক্রিয়া তাপ, ΔH = উৎপাদের বিভবশক্তি – বিক্রিয়কের বিভবশক্তি
$= (10 - 20)$ kJ/mol
$= -10$ kJ/mol

যেহেতু ΔH এর মান ঋণাত্মক তাই বলা যায় প্রদত্ত বিক্রিয়ায় 10 kJ/mol তাপ উৎপন্ন হয়।

ঘ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটিতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রভাবক সংযোগ করলে বিক্রিয়ার হারের যে পরিবর্তন হয়, নিচে তা আলোচনা করা হলো:
ধনাত্মক প্রভাবক: ধনাত্মক প্রভাবকের উপস্থিতিতে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিবেগ বৃদ্ধি পায়। কারণ ধনাত্মক প্রভাবক বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তিকে হ্রাস করে। ফলে অধিক সংখ্যক অণু বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।
যেমন: নাইট্রোজেন (N_2) ও হাইড্রোজেন (H_2) এর সংশ্লেষণ বিক্রিয়ায় শত শত অ্যামোনিয়া (NH_3) উৎপাদনের জন্য সামান্য লোহার চূর্ণই যথেষ্ট।

$N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons{\text{Fe চূর্ণ}} 2NH_3$

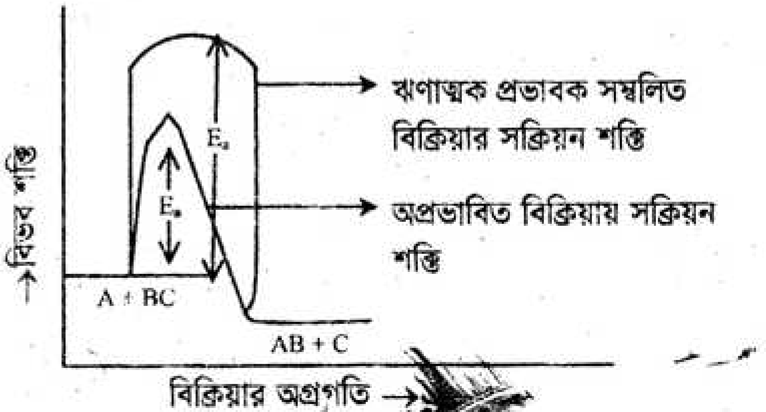
এক্ষেত্রে, লোহার চূর্ণের উপস্থিতির কারণে বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পায়।



ঋণাত্মক প্রভাবক: ঋণাত্মক প্রভাবকের উপস্থিতিতে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিবেগের হ্রাস ঘটে। কারণ ঋণাত্মক প্রভাবক বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তিকে বৃদ্ধি করে। ফলে কম সংখ্যক অণু বিক্রিয়া করতে পারে। যেমন: ক্লোরোফর্ম বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে বিষাক্ত ফসজিন গ্যাস উৎপন্ন করে।

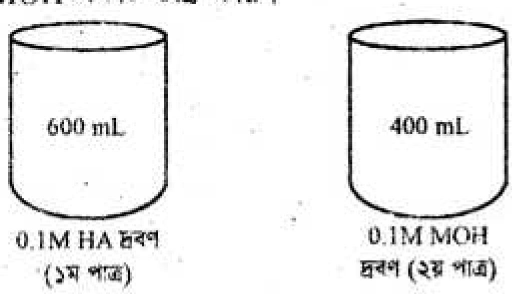
$CHCl_3 + [O] \longrightarrow COCl_2 + HCl$

এক্ষেত্রে ইথানলের উপস্থিতিতে বিক্রিয়ার গতিবেগের হ্রাস ঘটে।



সুতরাং উপরোক্ত আলোচনায় স্পষ্ট যে প্রভাবকের উপস্থিতি ও অনুপস্থিত বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি হ্রাস বৃদ্ধি করে বিক্রিয়ার গতিকে প্রভাবিত করে।

প্রশ্ন ▶ ১৭ পাত্রের দ্রবণ দু'টি লক্ষ্য কর। যেখানে HA একটি জৈব এসিড এবং MOH একটি তীব্র ক্ষার।



[দি. বো. ২০১৫]

ক. R_f কী? ১

খ. Zn ধাতুকে অবস্থান্তর মৌল বলা হয় না কেন? ২

গ. HA এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ হলে প্রথম পাত্রের দ্রবণের pH এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উভয় পাত্রের দ্রবণকে একত্রে মিশ্রিত করে, প্রাপ্ত দ্রবণে সামান্য এসিড যোগ করলে pH এর কিরূপ পরিবর্তন ঘটে— বিশ্লেষণ কর। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক R_f হলো পেপার কোমোটোগ্রাফিতে উপাদান ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত।

খ যে সকল মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d অরবিটাল আংশিক পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। Zn এর সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস, $Zn^{2+} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^0$

এখানে d অরবিটাল সম্পূর্ণ পূর্ণ, আংশিক পূর্ণ নয়। সুতরাং শর্তানুসারে, Zn অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ ৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৮ $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g), \Delta H = +Ve$

PCl_5 বিক্রিয়কটি 30°C তাপমাত্রায় 1.5 atm চাপে 15% বিয়োজিত হয়।

[কু. বো. ২০১৭]

ক. আংশিক পাতন কী? ১

খ. Zn কি অবস্থান্তর মৌল?– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপক বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াটিতে তাপ ও চাপের পরিবর্তন ঘটলে উৎপাদের পরিমাণের পরিবর্তন ঘটে কিনা? বিশ্লেষণ করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাতন প্রক্রিয়ায় পাতন ফ্লাস্ক ও শীতকের মাঝে অংশ কলাম স্থাপন করে বিভিন্ন নিকট স্ফুটনাঙ্কের দুই বা ততোধিক তরল উপাদানকে তাদের মিশ্রণ হতে পৃথক করার প্রক্রিয়াকেই আংশিক পাতন বলে।

খ ১৭(খ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

গ এখানে সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি হলো,

	PCl_5	$\rightleftharpoons$ PCl_3	+ Cl_2
বিক্রিয়ার শুরুতে,	1 mol	0 mol	0 mol
সাম্যাবস্থায়	(1–α mol)	α mol	α mol

এখানে,

α = বিয়োজন মাত্রা = 15% = 0.15

সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা = (1 – α + α + α) mol
= 1 + α mol

এখন,

$$P_{PCl_5} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P \text{ atm}$$

$$P_{PCl_3} = \frac{\alpha}{1+\alpha} \times P \text{ atm}$$

$$P_{Cl_2} = \frac{\alpha}{1+\alpha} \times P \text{ atm}$$

দেওয়া আছে,

চাপ, P = 1.5 atm

$$\therefore K_p = \frac{P_{PCl_3} \times P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}}$$

$$= \frac{\frac{\alpha}{1+\alpha} \times \frac{\alpha}{1+\alpha} \times P^2}{\frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times P}$$

$$= \frac{\frac{0.15}{1+0.15} \times \frac{0.15}{1+0.15} \times 1.5}{\frac{1-0.15}{1+0.15}} \text{ atm}$$

$= 0.023$ atm

সুতরাং, উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত বিক্রিয়াটির K_p হলো 0.023 atm।

ঘ প্রদত্ত বিক্রিয়াটি হলো,

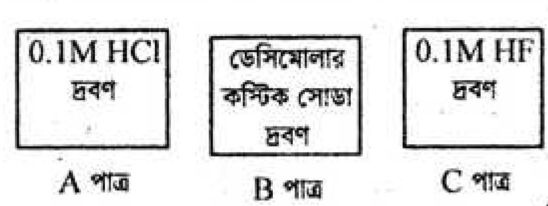
$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g), \Delta H = +ve$$

উপরোক্ত বিক্রিয়াটি তাপহারী। সাম্যাবস্থার বিক্রিয়ায় তাপ দিলে লা-শাতেলীয় নীতি অনুসারে সাম্যের অবস্থান এমন দিকে যাবে যাতে তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলাফল প্রশমিত হয়। বিক্রিয়াটি যেহেতু তাপহারী তাই তাপ দিলে সাম্যের অবস্থান ডানে সরে যাবে অর্থাৎ উৎপাদ PCl_3 ও Cl_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে। আর তাপমাত্রা হ্রাস করলে সাম্যের অবস্থান বামে সরে যাবে অর্থাৎ PCl_3 ও Cl_2 বিক্রিয়া করে PCl_5 উৎপন্ন করবে ও উৎপাদ হ্রাস পাবে।

আবার, বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ উভয়ই গ্যাসীয় এবং বিক্রিয়ক আছে 1 mol ও উৎপাদ 2 mol। তাই চাপ বৃদ্ধি করলে সাম্যের অবস্থান বামে সরে গিয়ে চাপ বৃদ্ধির ফলাফল প্রশমিত হয়ে যাবে ও উৎপাদ হ্রাস পাবে। আবার চাপ হ্রাস করলে সাম্যের অবস্থান ডানে সরে গিয়ে উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে ও চাপ হ্রাসের ফলাফল প্রশমিত হয়ে যাবে।

সুতরাং উপরের বর্ণনানুসারে দেখা যায় যে, প্রদত্ত বিক্রিয়ায় লা-শাতেলিয়ারের প্রভাব যথেষ্ট। আর লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে এই বিক্রিয়ায় প্রয়োগকৃত তাপ ও চাপের ফলে উৎপাদন মাত্রা নিয়ন্ত্রিত হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৯



[কু. বো. ২০১৭]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১

খ. ল্যাবরেটরীতে নিরাপদ চশমা ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের B পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব করো। ৩

ঘ. A ও B পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রশমন তাপ এবং B ও C পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রশমন তাপ একই কিনা? বিশ্লেষণ করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় পরিবেশ দূষণ কম করে এরূপ প্রক্রিয়া ও উৎপাদন পদ্ধতি নিয়ে গবেষণা করা হয় তাকে সবুজ রসায়ন বলে।

খ ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষা করার সময় চোখের সুরক্ষার জন্য নিরাপদ গ্লাস ব্যবহার করা হয়। চোখ অমূল্য সম্পদ। টেস্টটিউবে রিয়েজেন্ট উত্তপ্ত করার সময় অসাবধানতা বশতঃ টেস্টটিউব থেকে রিয়েজেন্ট ও বিষাক্ত গ্যাস তীব্র বেগে বেরিয়ে নিজের বা সহপাঠীর শরীরে বা চোখে মুখে পড়ে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। [illegible] চোখে গ্লাস বা নিরাপদ চশমা ব্যবহার করলে চো[illegible]সুরক্ষা হয় অর্থাৎ দুর্ঘটনা থেকে চোখকে রক্ষা করা যায়।

গ প্রদত্ত B পাত্রে আছে ডেসিমোলার অর্থাৎ 0.1M NaOH দ্রবণ। NaOH একটি তীব্র ক্ষার। তাই ইহা দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয়। সুতরাং B পাত্রের দ্রবণের বা NaOH দ্রবণের pOH হলো,

$pOH = -\log[OH^-]$

$= -\log(0.1)$

$= 1$

আমরা জানি,

$pH + pOH = 14$

$\therefore$ এক্ষেত্রে, $pH = 14 - pOH$

$= 14 - 1$

$= 13$

সুতরাং উপরোক্ত গণনুসারে প্রাপ্ত B পাত্রের দ্রবণের pH হলো 13।

ঘ আমরা জানি, এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় যে তাপ উৎপন্ন হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে। এখানে A পাত্রে আছে 0.1M HCl দ্রবণ ও B পাত্রে আছে 0.1M NaOH দ্রবণ। HCl ও NaOH উভয়েই তীব্র। তাই এদের মিশ্রণে সংঘটিত বিক্রিয়া হলো–

$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

$\Rightarrow (H^+ + Cl^-) + (Na^+ + OH^-) \longrightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$

বিক্রিয়ায় Na^+ ও Cl^- দর্শক আয়নরূপে আছে। আর H^+ ও OH^- এর বিক্রিয়ায় H_2O উৎপন্ন হয়ে H^+ ও OH^- আয়ন উৎপন্ন করে। সকল তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষার জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয়। ফলে তাদের প্রশমন বিক্রিয়ায় H^+ ও OH^- বিক্রিয়া করে প্রশমবস্তু H_2O উৎপন্ন করে $-57.3\ kJ\ mol^{-1}$ তাপ উৎপন্ন হয়। তাই তীব্র HCl ও NaOH এর প্রশমন তাপের মান $-57.3\ kJ\ mol^{-1}$ বা ধ্রুব।

কিন্তু B ও C পাত্রের দ্রবণ মিশালে NaOH এর সাথে HF বিক্রিয়া করে। এক্ষেত্রে প্রশমন তাপের মান $-57.3\ kJ\ mol^{-1}$ অপেক্ষা বেশি হয়। কারণ এদের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ NaF পানিতে দ্রবীভূত হয়ে Na^+ ও F^- উৎপন্ন করে। F^- এর সাথে দ্রাবক পানি তুলনামূলকভাবে কিছুটা বেশি দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। ফলে নির্গত তাপশক্তি পরিমাণও বেশি হয়। F^- আয়নের এ উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বাড়তি তাপশক্তি HF এর প্রশমন তাপের সঙ্গে একত্রে নির্গত হয়। তাই HF এর প্রশমন তাপের মান $-57.3\ kJ\ mol^{-1}$ অপেক্ষা বেশি ও এই অপেক্ষাকৃত অধিক মানটি হলো $-68\ kJ\ mol^{-1}$।

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনা হতে প্রশমন তাপের উৎপন্ন হবার যৌক্তিকতার প্রেক্ষিতে এ কথা বলা যায় যে A ও B পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রশমন তাপ এবং B ও C পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রশমন তাপ একই নয়।

প্রশ্ন ▶২০ (i) $CS_2(s) + 3O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g);\ \Delta H = -1109.2\ kJ.$

(ii) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g);\ \Delta H = -394\ kJ.$

(iii) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g);\ \Delta H = -297.3\ kJ.$

[কু. বো. ২০১৭]

ক. প্রভাবক বিষ কী? ১

খ. K_p এর মান শূন্য হতে পারে না কেন? ২

গ. (ii) নং বিক্রিয়ায় 1200 kJ তাপ উৎপন্ন করতে STP তে কত লিটার অক্সিজেন প্রয়োজন? ৩

ঘ. উদ্দীপক অনুযায়ী CS_2 এর গঠন বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী না তাপহারী– বিশ্লেষণ করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল পদার্থ প্রভাবকের প্রভাবন ক্রিয়া কমিয়ে দেয়, এমনকি নষ্ট করে দেয় সে সকল পদার্থকে প্রভাবক বিষ বলে।

খ K_p হ[illegible] বিক্রিয়ার উৎপাদের আংশিক চাপের গুণফল ও বিক্রিয়কের আংশিক চ[illegible]ফলের অনুপাত। K_p এর মান শূন্য হতে হলে উৎপাদকে[illegible]ক চাপের গুণফল শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ তখন সেক্ষেত্রে কোনো উৎপাদ তৈরি হয়নি, অর্থাৎ বিক্রিয়া শুরু হয়নি বলা যায়। সুতরাং বুঝা যায় যে সাম্যাবস্থা অর্জিত হয়নি। তাই K_p এর মান শূন্য হতে পারেনা।

গ প্রদত্ত (ii) নং বিক্রিয়াটি হলো,

$C + O_2 \longrightarrow CO_2;\ \Delta H = -394\ kJ$

বিক্রিয়া হতে দেখা যায়,

394 kJ তাপ উৎপন্ন করতে 1mol O_2 প্রয়োজন।

STP তে 1 mol O_2 এর আয়তন 22.4 L.

অর্থাৎ,

394 kJ তাপ উৎপন্ন করতে O_2 লাগে 22.4 L.

$\therefore$ 1200 " " " O_2 " $\dfrac{22.4 \times 1200}{394}$ L.

68.223 L.

সুতরাং গণনানুসারে, 1200 kJ তাপ উৎপন্ন করতে O_2 লাগে 68.223 L.।

ঘ এখানে, CS_2 এর দহনে সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াগুলো হলো–

(i) $CS_2 + 3O_2 \longrightarrow CO_2 + 2SO_2;\ \Delta H = -1109.2\ kJ$

(ii) $C + O_2 \longrightarrow CO_2;\ \Delta H = -394\ kJ$

(iii) $S + O_2 \longrightarrow SO_2;\ \Delta H = -297.3\ kJ$

এখন, (i) নং বিক্রিয়াটির দহন তাপ,

$\Delta H = \{\Delta H_{f(CO_2)} + 2\Delta H_{f(SO_2)}\} - \{3\Delta H_{f(O_2)} + \Delta H_{f(CS_2)}\}$......(iv)

এখন,

(ii) ও (iii) নং বিক্রিয়ার ΔH এর মান একাধারে–

C এর দহন তাপ ও CO_2 এর গঠন তাপ এবং S এর দহন তাপ ও SO_2 এর গঠন তাপ।

$\therefore \Delta H_{f(CO_2)} = -394\ kJ$

$\Delta H_{f(SO_2)} = -297.3\ kJ$

সুতরাং, (iv) নং সমীকরণ দাঁড়ায়,

$\Delta H = \{\Delta H_{f(CO_2)} + 2\Delta H_{f(SO_2)}\} - \{3\Delta H_{f(O_2)} - \Delta H_{f(CS_2)}\}$

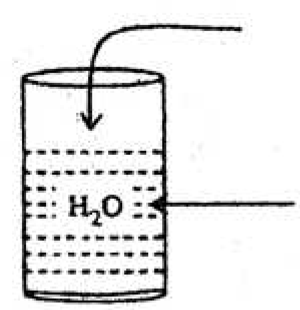
$\Rightarrow \Delta H_{f(CS_2)} = \Delta H_{f(CO_2)} + 2\Delta H_{f(SO_2)} - 3\Delta H_{f(O_2)} - \Delta H$

$= -394 + 2(-297.3) - 3 \times 0 - (-1109.2)\ kJ/mol$

$= +120.6\ kJ\ mol^{-1}$

যেহেতু, $\Delta H_{f(CS_2)}$ এর মান ধনাত্মক তাই CS_2-এর সংগঠন তাপ তাপহারী।

প্রশ্ন ▶২১



[কু. বো. ২০১৬]

ক. ট্যালক কী? ১

খ. দ্রবণে অ্যালুমিনিয়াম আয়নের শনাক্তকরণ বিক্রিয়া সমীকরণসহ লেখো। ২

গ. উদ্দীপকের দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কিভাবে নির্ণয় করা যায় ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিশুদ্ধ দ্রাবকের বিয়োজন থেকে pH স্কেল প্রতিষ্ঠাকরণ সম্ভব কিনা বিশ্লেষণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ট্যালক হলো হাইড্রেটেড ম্যাগনেসিয়াম সিলিকেট।

$(H_2Mg_3(SiO_3)_4$ বা, $Mg_3Si_4O_{10}$ বা, $3MgO.4SiO_2.H_2O)$।

খ সৃজনশীল ১২ এর 'খ' নং প্রশ্নোত্তর দেখো।

গ pH হলো মূলত হাইড্রোজেন আয়নের শক্তিমাত্রা। গাণিতিকভাবে বলা যায় হাইড্রোজেন আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋনাত্মক লগারিদমই হলো pH। তাই কোন দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বা pH নিম্নরূপ সমীকরণের মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়।

$$pH = -\log[H^+]$$

$$\therefore [H^+] = \text{Anti}\log[-pH]$$

অর্থাৎ প্রদত্ত দ্রবণের pH এর মান হতে উপরিউক্ত সমীকরণ ব্যবহার করে ঐ দ্রবণের H^+ আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয় করা যাবে।

ঘ প্রদত্ত বিশুদ্ধ দ্রাবক তথা H_2O এর বিয়োজন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ—

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

এখন,

পানির আয়নিক গুণফল $K_w = [H^+][OH^-]$ .... (i)

আবার, 25°C তাপমাত্রায় $K_w = 1 \times 10^{-14}$ .... (ii)

(i) ও (ii) নং সমীকরণ তুলনা করে পাই,

$[H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ .... (iii)

উভয়পক্ষে log নিয়ে পাই,

$\log[H^+][OH^-] = \log(1 \times 10^{-14})$

বা, $\log[H^+] + \log[OH^-] = \log 1 + \log 10^{-14}$

বা, $-\log[H^+] - \log[OH^-] = 0 - \log 10^{-14}$

বা, $pH + pOH = 14$

যেহেতু বিশুদ্ধ পানিতে $[H^+] = [OH^-]$

সুতরাং (iii) নং সমীকরণ অনুসারে—

$[H^+][H^+] = 10^{-14}$

বা, $[H^+] = 10^{-7}$

পুনরায়, উভয়পক্ষে – log নিয়ে পাই, $-\log[H^+] = -\log 10^{-7}$

বা, $pH = 7$ | অনুরূপভাবে, $pOH = 7$

অতএব বিশুদ্ধ পানির $pH = pOH = 7$

এখন কোনো দ্রবণের $pH = 7$ হলে দ্রবণটি নিরপেক্ষ

$pH < 7$ হলে দ্রবণটি অম্লীয় এবং

$pH > 7$ হলে দ্রবণটি ক্ষারীয় হবে

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনা প্রেক্ষিতে এ কথা স্পষ্ট যে বিশুদ্ধ দ্রাবক তথা H_2O এর বিয়োজনে pH স্কেল প্রতিষ্ঠাকরণ সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ২২ $2A_2O_5 \rightleftharpoons 4AO_2 + O_2;\ \Delta H = +Ve$

/কু. বো. ২০১৫/

ক. প্রভাবক বিষ কী? ১

খ. সালফেট আয়নের সনাক্তকরণে $BaCl_2$ এর পরিবর্তে $Ba(NO_3)_2$ ব্যবহার উত্তম কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদন পাওয়ার কৌশল আলোচনা করো। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস প্রাপ্ত হয়, এমনকি বন্ধ হয়ে যায় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

খ সালফেট আয়নের শনাক্তকরণে $BaCl_2$ এর পরিবর্তে $Ba(NO_3)_2$ ব্যবহার উত্তম, কারণ $BaCl_2$ ব্যবহার করলে সালফেট এবং লেড লবণের ক্ষেত্রে সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়। তাই এখানে সরাসরি সালফেট লবণের উপস্থিতি নিশ্চিত হওয়া যায় না।

অপরদিকে SO_4^{2-} আয়ন সনাক্তকরণে $Ba(NO_3)_2$ দ্রবণ ব্যবহার করলে শুধু SO_4^{2-} আয়নের ক্ষেত্রেই সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে SO_4^{2-} আয়নের উপস্থিতি সম্পর্কে সম্পূর্ণরূপে নিশ্চিত হওয়া যায়।

$$Na_2SO_4 + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow \underset{\text{সাদা অধঃক্ষেপ}}{BaSO_4\downarrow} + 2NaNO_3$$

$$Pb(NO_3)_2 + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow \text{No reaction}$$

গ প্রদত্ত বি[illegible] তাপহারী এবং A_2O_5 বিয়োজিত হয়ে $4AO_2$ এবং O_2 এ পরি[illegible] সুতরাং, সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটির অনুরূপ—

$$2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2;\ \Delta H = +ve$$

মনে করি, N_2O_5 এর বিয়োজন মাত্রা α, পাত্রের আয়তন V ও মিশ্রণের চাপ P।

	$2N_2O_5$	$4NO_2$	O_2
প্রারম্ভিক অবস্থায়	2	0	0
সাম্যাবস্থায়	$2-2\alpha$	4α	α

বিক্রিয়াটির মোট মোল সংখ্যা $= 2 - 2\alpha + 4\alpha + \alpha$

$= 3\alpha + 2$

N_2O_5 এর আংশিক চাপ, $P_{N_2O_5} = \frac{2-2\alpha}{3\alpha+2}P$

NO_2 এর আংশিক চাপ, $P_{NO_2} = \frac{4\alpha}{3\alpha+2}P$

এবং O_2 এর আংশিক চাপ, $P_{O_2} = \frac{\alpha}{3\alpha+2}P$

অতএব,
$$K_p = \frac{(P_{NO_2})^4 . P_{O_2}}{(P_{N_2O_5})^2}$$

$$= \frac{\left(\frac{4\alpha}{3\alpha+2}\right)^4 \times \frac{\alpha}{3\alpha+2}}{\left(\frac{2-2\alpha}{3\alpha+2}\right)^2}$$

$$= \frac{256\alpha^5}{(3\alpha+2)^5} \times \frac{(3\alpha+2)^2}{(2-2\alpha)^2}$$

$$= \frac{256\alpha^5}{(3\alpha+2)^3(2-2\alpha)^2}$$

$$\therefore K_p = \frac{256\alpha^5}{(3\alpha+2)^3(1-\alpha)^2}$$

সুতরাং, $2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2$ সমীকরণটির K_p এর রাশিমালা—

$$K_p = \frac{256\alpha^5}{(3\alpha+2)^3(1-\alpha)^2}$$

ঘ প্রদত্ত গ্যাসীয় উভমুখী বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ—

$$2N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4NO_2(g) + O_2(g),\ \Delta H = +ve$$

এই বিক্রিয়া থেকে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার কৌশল নিম্নে আলোচনা করা হলো—

প্রদত্ত উভমুখী বিক্রিয়াটির সম্মুখমুখী বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুসারে উক্ত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা হ্রাস করা হলে সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যাবে এবং উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

আবার, বিক্রিয়াটিতে দুই মোল N_2O_5 বিক্রিয়া করে চার মোল NO_2 এবং এক মোল O_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। অর্থাৎ বিক্রিয়াটিতে আয়তনের বৃদ্ধি ঘটে। তাই লা-শাতেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী নিম্ন চাপে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যাবে। ফলে উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

তেমনিভাবে বিক্রিয়ক N_2O_5 এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে এবং বিক্রিয়া পাত্র থেকে উৎপাদ তৈরি হবার সাথে সাথে সরিয়ে নিলেও উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

সুতরাং বলা যায় প্রদত্ত বিক্রিয়ায় লা-শাতেলিয়ারের নীতির প্রয়োগ করে বিক্রিয়ায় তাপ, চাপ ও ঘনমাত্রা পরিবর্তন করে সর্বোচ্চ উৎপাদন বা উৎপাদন মাত্রা নিয়ন্ত্রিত হয়।

প্রশ্ন ▶ ২৩ $_1A$, $_7B$, $_8C$ উদ্দীপকের মৌলগুলোর মধ্যে A ও B দ্বারা গঠিত যৌগের জলীয় দ্রবণ ও তার ফ্লোরাইড লবণের দ্রবণ মিশ্রিত করা হল। /কু. বো. ২০১৫/

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. কেন Al_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড? ২

গ. B ও C এর মধ্যে কোনটির আয়নীকরণ শক্তির মান বেশি? ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. pH নিয়ন্ত্রণের ক্ষেত্রে মিশ্রিত দ্রবণের ক্ষমতা বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রাসায়নিক নিক্তির বীমের দৈর্ঘ্যের ওপর প্রতি শতাংশে ব্যবহৃত রাইডারের ওপর প্রতি শতাংশে ব্যবহৃত রাইডারের পার্থক্যকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ যে সকল অক্সাইড অম্ল ও ক্ষারক উভয় হিসেবে আচরণ করে তাদেরকে উভধর্মী অক্সাইড বলে। এখানে Al_2O_3 অম্ল এবং ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ উৎপন্ন করে। তাই বৈশিষ্ট্যেনুযায়ী Al_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড।

$Al_2O_3 + NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$ (এসিড হিসেবে)

$Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2\,AlCl_3 + 3H_2O$ (ক্ষার হিসেবে)

গ প্রদত্ত 7 ও 8 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট B, C মৌল দুটি যথাক্রমে নাইট্রোজেন (N) এবং অক্সিজেন (O)।

আমরা জানি, পরমাণুর আকার বৃদ্ধিতে মৌলের আয়নীকরণ শক্তি হ্রাস এবং নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধিতে আয়নীকরণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। একটি পর্যায়ের বাম হতে ডান দিকে অগ্রসর হলে মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ হ্রাস পায় এবং নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধি পায়। ফলে আয়নীকরণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। আবার, একটি গ্রুপের উপর হতে নিচের দিকে মৌলগুলোর কক্ষপথ সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক ব্যাসার্ধও বৃদ্ধি পায়। ফলে তাদের আয়নীকরণ শক্তি হ্রাস পায়। আবার, স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট মৌলের আয়নীকরণ শক্তি, অস্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট মৌলের আয়নীকরণ শক্তি অপেক্ষা বেশি হয়। কারণ, পূর্ণ বা অর্ধপূর্ণ অরবিটাল সাধারণত বেশি স্থিতিশীল হয়।

N ও O এর অবস্থান পর্যায় সারণি একই পর্যায় অর্থাৎ ২য় পর্যায়ে এবং নিউক্লিয়াসের চার্জ N অপেক্ষা O এর বেশি হওয়া সত্ত্বেও N এর আয়নীকরণ শক্তি O অপেক্ষা বেশি। কারণ N এর ইলেকট্রন বিন্যাস O এর ইলেকট্রন বিন্যাস অপেক্ষা অধিক স্থিতিশীল হওয়ায়, N এর ২য় কক্ষপথ বা স্থিতিশীল অবস্থা হতে ইলেকট্রন অপসারণে অধিক শক্তির প্রয়োজন হয়।

$N(7) - 1s^2\,2s^2\,2p_x^1\,2p_y^1\,2p_z^1$ I. P = 1403 kJ/mol

$O(8) - 1s^2\,2s^2\,2p_x^2\,2p_y^1\,2p_z^1$ I.P = 1314 kJ/mol.

তাই বলা যায় ইলেকট্রন বিন্যাস কাঠামোর স্থিতিশীলতার ভিত্তিতে প্রদত্ত পরমাণু দুটির আয়নীকরণ শক্তি নির্ভর করে।

ঘ এখানে A ও B দ্বারা গঠিত যৌগ হলো NH_3 এর জলীয় দ্রবণ NH_4OH এবং লবণ NH_4F এর মিশ্রণ। প্রকৃতপক্ষে এটি একটি ক্ষারীয় প্রকৃতির বাফার দ্রবণ, যা দ্রবণের pH নিয়ন্ত্রণ করে।

বাফার দ্রবণে সামান্য এসিড কিংবা ক্ষারের দ্রবণ মিশ্রিত করার ফলে pH এর সামান্য পরিবর্তনকে প্রতিরোধ করে। আর ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের pH 8.5 থেকে 10.0 এর মধ্যে হয়ে থাকে। কেননা ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ গুলো মৃদু ক্ষারক ও ঐ ক্ষারকের সাথে তীব্র এসিড সহযোগে সৃষ্ট কোন লবণ হতে প্রস্তুত করা হয়।

প্রদত্ত NH_4OH ও NH_4F মিশ্রণটি একটি ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ। এই বাফার দ্রবণটিতে NH_4^+, OH^- এবং F^- আয়ন উপস্থিত। এই দ্রবণটিতে H^+ মিশ্রিত করা হলে, তা NH_4OH এর সাথে বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম লবণ ও H_2O উৎপন্ন করে।

$H^+(aq) + NH_4OH(aq) \longrightarrow NH_4^+(aq) + H_2O$ (প্রায় অবিয়োজিত)

পুনরায়, দ্রবণে OH^- মিশ্রিত করা হলে তা দ্রবণস্থ NH_4^+ আয়ন-এর সাথে বিক্রিয়া করে NH_4OH উৎপন্ন করে।

$OH^-(aq) + NH_4^+(aq) \rightleftharpoons NH_4OH(aq)$

অতএব NH_4OH ও NH_4F এর জলীয় দ্রবণে অম্ল কিংবা ক্ষার যাই যোগ করা হোক না কেন অম্ল কিংবা ক্ষারের পরিমাণ তুলনামূলক বেশি না হলে, তা প্রদত্ত বাফার দ্রবণের pH পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত করে।

প্রশ্ন ▶ ২৪

(i) $KOH + HNO_3 = KNO_3 + H_2O$

(ii) $NaOH + HF = NaF + H_2O$

(iii) $CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O;\ \Delta H = -54.32 kJ/mol$

/চ. বো. ২০১৭/

ক. পাই (π) বন্ধন কী? ১

খ. ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে বিক্রিয়া হার বৃদ্ধি পায় কেন? ২

গ. CH_3COOH এর বিয়োজন এনথালপি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. (i) ও (ii) নং বিক্রিয়ার জন্য কোনটির বিক্রিয়া তাপ বেশি হবে– বিশ্লেষণ করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি পরমাণুর প্রত্যেকটি হতে একটি করে দুটি সমান্তরাল p অরবিটালের পার্শ্ব অধিক্রমণের ফলে সৃষ্ট বন্ধনকে পাই (π) বন্ধন বলা হয়।

খ একটি সাধারণ উভমুখী বিক্রিয়া–

$A + B \rightleftharpoons AB$

ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে, বিক্রিয়ার গতিবেগের হার বিক্রিয়কের সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক। অতএব সম্মুখ বিক্রিয়ার হার,

$R_{f_1} \propto [A] \times [B]$

বা, $R_{f_1} = k[A] \times [B]$

যদি বিক্রিয়ক A ও B এর ঘনমাত্রা দ্বিগুণ করা হয় তবে,

$R_{f_2} = k[2A] \times [2B]$

বা, $R_{f_2} = 4R_{f_1}$

অর্থাৎ বিক্রিয়কে ঘনমাত্রা দ্বিগুণ করা হলে গতিবেগের হার ঠিক চারগুণ বেড়ে যাবে। সুতরাং বলা যায় ঘনমাত্রা বৃদ্ধিতে বিক্রিয়া হার বৃদ্ধি পায়।

গ আমরা জানি, দুর্বল এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান তীব্র এসিড-ক্ষার প্রশমন তাপ অপেক্ষা কম হয় অর্থাৎ এ মান −57.34 kJ অপেক্ষা কম হবে। যেমন এক মোল দুর্বল অ্যাসিটিক এসিড CH_3COOH কে সবল NaOH দ্বারা প্রশমিত করলে এদের প্রশমন তাপের মান −54.32 kJ হয়। এর কারণ হলো জলীয় দ্রবণে CH_3COOH এর অসম্পূর্ণ বিয়োজন।

$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$

অপরদিকে NaOH তীব্র ক্ষার। তাই এর সম্পূর্ণ বিয়োজনের ফলে সৃষ্ট OH^- আয়ন অ্যাসিটিক এসিডের অসম্পূর্ণ বিয়োজন দ্বারা সৃষ্ট H^+ কে যখনই প্রশমিত করে তখনই অবিয়োজিত CH_3COOH পুনরায় বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন উৎপন্ন করে। ফলে সাম্যতা পুনঃপ্রতিষ্ঠিত হয়। সুতরাং CH_3COOH সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত না হওয়া পর্যন্ত উভয় বিক্রিয়া পাশাপাশি চলতে থাকে।

সুতরাং এসিটিক এসিডের বিয়োজন তাপ = $\{-57.34 - (-54.32)\}$ kJ

= 3.02 kJ/mol

ঘ প্রদত্ত (i) ও (ii) নং বিক্রিয়া দুটি প্রশমন বিক্রিয়া। তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষার সম্পূর্ণভাবে আয়নিত হয়ে যথাক্রমে H^+ আয়ন ও OH^- আয়ন দান করে। এসিড ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে H^+ আয়ন ও OH^- আয়নের এই মধ্যকার বিক্রিয়ায় পানি উৎপন্ন হয়।

$KOH_{(aq)} \rightarrow K^+ + OH^-$
$HNO_{3(aq)} \rightarrow H^+ + NO_3^-$
$H^+ + NO_3^- + K^+ + OH^- \rightarrow (K^+ + NO_3^-) + (H^+ + OH^-)$
$\rightarrow (K^+ + NO_3^-) + H_2O$

যেহেতু সব তীব্র এসিড ও ক্ষারের মূল বিক্রিয়া হলো পানি গঠন বিক্রিয়া। তাই এদের প্রশমন তাপের মান ধ্রুবক হয় এবং এ তাপের মান 25°C তাপমাত্রায় $-57.39\ kJmol^{-1}$।

কিন্তু HF ও NaOH এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ NaF পানিতে আয়নিত অবস্থায় থাকে। F^- আয়নের আকার বেশ ছোট। এর চার্জের ঘনত্ব অন্যান্য আয়নের তুলনায় অধিক হওয়ায় F^- এর সাথে দ্রাবক পানি অপেক্ষাকৃত বেশি দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। ফলে তাপশক্তিও অধিক নির্গত হয়। তাই NaOH ও HF এর মধ্যকার প্রশমন তাপের মান 11.26 kJ বৃদ্ধি পেয়ে $-68.6\ kJmol^{-1}$ হয়।

$HF + NaOH \rightarrow (Na^+ + F^-) + (H^+ + OH^-) \rightarrow (Na^+ + F^-) + H_2O$

সুতরাং উপরিউক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে তীব্র এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন প্রশমন তাপ ধ্রুব। আবার এদের মধ্যে যে কোন একটি দুর্বল হলে প্রশমন তাপ এই ধ্রুব মান থেকে কম হয়। কিন্তু এখানে HF দুর্বল এসিড হওয়া সত্ত্বেও কেবলমাত্র এতে বিদ্যমান F^- আয়নের অধিক চার্জ ঘনত্বের কারণেই প্রশমন তাপের মান এই ধ্রুব মান থেকে বেশি হয়।

প্রশ্ন ▶২৫ $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$
$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ /চ. বো. ২০১৭/

ক. আলফা কণা কী? ১
খ. HOCl একটি এসিড— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. 0.1 M মাত্রার HA দ্রবণের pH হিসাব করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত এসিডটির একটি বাফার দ্রবণ তৈরি করে এর বাফার ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলফা কণা হলো দুটি প্রোটন ও দুটি নিউট্রন সংযোগে গঠিত দ্বিধনাত্মক হিলিয়াম নিউক্লিয়াস $(^4_2He^{2+})$।

খ যে সকল পদার্থ জলীয় দ্রবণে H^+ আয়ন দান করতে পারে এবং ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি গঠন করে তাদেরকে এসিড বলে। HOCl জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন দান করে এবং NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে লবণ (NaOCl) ও পানি উৎপন্ন করে। তাই HOCl একটি এসিড।

$HOCl_{(aq)} \rightarrow H^+ + OCl^-$
$HOCl + NaOH \rightarrow NaOCl + H_2O$
লবণ পানি

গ এখানে HA দ্রবণের ক্ষেত্রে,
বিয়োজন ধ্রুবক, $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$
ঘনমাত্রা, C = 0.1 M
∴ H^+ আয়নের ঘনমাত্রা $[H^+] = \sqrt{K_a.C}$
$= \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.1}$
$= 1.34 \times 10^{-3}$

আমরা জানি,
$pH = -\log[H^+]$
$= -\log(1.34 \times 10^{-3})$
$= 2.8723$

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে 0.1 M ঘনমাত্রার HA দ্রবণের pH হলো 2.8723।

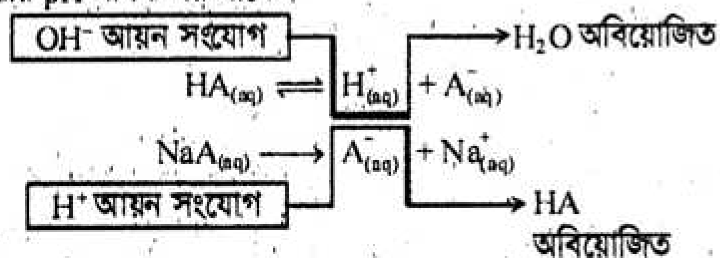
ঘ প্রদত্ত HA হলো একটি মৃদু এসিড। উক্ত এসিডের সাথে তীব্র ক্ষার (NaOH) এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ হলো NaA। HA এসিড ও এর লবণ NaA হলো একটি এসিডিক বাফার দ্রবণ।

$NaOH + HA \rightarrow NaA + H_2O$

এখন এই HA ও NaA বাফার দ্রবণের বিয়োজন ঘটে নিম্নরূপ—

$HA_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$
$NaA \rightarrow A^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$

HA মৃদু এসিড বিধায় দ্রবণে সামান্য বিয়োজিত হয়। এই বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড (H^+) যোগ করা হলে দ্রবণের H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এ অতিরিক্ত H^+ দ্রবণে বিদ্যমান A^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে অধিক পরিমাণ অবিয়োজিত HA উৎপন্ন করে। তাই দ্রবণের pH মান স্থির থাকে।



আবার প্রস্তুতকৃত বাফার দ্রবণের মধ্যে সামান্য পরিমাণ ক্ষার (OH^-) যোগ করা হলে তা দ্রবণে বিদ্যমান H^+ আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে অতি মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য H_2O উৎপন্ন করে। ফলে HA এর সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে গিয়ে H^+ আয়ন উৎপন্ন করে বিক্রিয়ারত H^+ আয়নের ঘাটতি পূরণ করে। ফলে পুনরায় pH মান স্থির থাকে।

সুতরাং বলা যায় প্রদত্ত এসিডটি যেহেতু একটি এসিডিক বাফার দ্রবণ তৈরি করে তাই ঐ বাফার দ্রবণটি বাফার দ্রবণের ক্রিয়া-কৌশলকে কাজে লাগিয়ে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করার পরও তার pH অপরিবর্তিত রাখে।

প্রশ্ন ▶২৬ দুই কার্বনবিশিষ্ট দুইটি হাইড্রোকার্বন P এবং Q যথাক্রমে sp^3 এবং sp^2 সংকরণের মাধ্যমে গঠিত। Q, $CO_2(g)$, $H_2O(l)$, যৌগ তিনটির প্রধান সংগঠন তাপ যথাক্রমে −84, −393 এবং −220 kJ mol^{-1}। P হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ দহন তাপ −1370 kJ mol^{-1}। /চ. বো. ২০১৬/

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১
খ. $CaCl_2$ এবং $AlCl_3$ লবণদ্বয়ের মধ্যে কোনটি পানিতে অধিক দ্রবণীয় এবং কেন? ২
গ. 'P' হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ সংগঠন তাপ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের P এবং Q এর মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার দ্রবণ যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মান অপরিবর্তিত থাকে তাকেই বাফার দ্রবণ বলে।

খ $CaCl_2$ এবং $AlCl_3$ যৌগদ্বয় উভয়ই আয়নিক এবং পানিতে দ্রবণীয় হলেও $CaCl_2$ এর দ্রবণীয়তা $AlCl_3$ অপেক্ষা বেশি। এটি ফাযানের নীতি দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়। পোলারায়ন এর ক্ষেত্রে ফাযানের নীতি মোতাবেক উভয় যৌগের অ্যানায়নের চার্জ সমান কিন্তু $AlCl_3$-এ ক্যাটায়নের চার্জ বেশি (Al^{3+}) হওয়ায় এর পোলারায়ন বেশি হয়। আর পোলারায়ন বেশি হলে আয়নিক বৈশিষ্ট্য হ্রাস পায়। অপরদিকে $CaCl_2$ এর ক্যাটায়নের চার্জ $Ca^{2+}Al^{3+}$ এর চেয়ে কম বলে এতে পোলারায়ন কম হয়। ফলে এখানে আয়নিক বৈশিষ্ট্য বেশি। সাধারণত আয়নিক যৌগসমূহ পানিতে সহজেই দ্রবীভূত হয়। তাই $AlCl_3$ এর তুলনায় $CaCl_2$ পানিতে অধিক দ্রবণীয় হয়।

গ যেহেতু প্রদত্ত P হাইড্রোকার্বনটি 2 কার্বনবিশিষ্ট এবং sp^3 সংকরায়িত। তাই P হাইড্রোকার্বনটি মূলত ইথেন (C_2H_6)। সুতরাং P এর দহন বিক্রিয়ার সমীকরণটি নিম্নরূপ—

$$C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l);\ \Delta H = -1370\ kJmol^{-1}$$

বিক্রিয়ার এনথালপি, ΔH= [উৎপাদের এনথালপি]−[বিক্রিয়কের এনথালপি]

$\therefore \Delta H = [2 \times \Delta H_{(CO_2)} + 3 \times \Delta H_{(H_2O)}] - [\Delta H_{(C_2H_6)} + \frac{7}{2}\Delta H_{(O_2)}]$

বা, $-1370 = [2 \times (-393) + 3 \times (-220)] - [\Delta H_{(C_2H_6)} + 0]$

বা, $-1370 = [-786 - 660] - [\Delta H_{(C_2H_6)}]$

বা, $-1370 = -1446 - [\Delta H_{(C_2H_6)}]$

বা, $[\Delta H_{(C_2H_6)}] = -1446 + 1370$

$= -76 \text{ kJmol}^{-1}$

$\therefore [\Delta H_{(C_2H_6)}] = -76 \text{ kJmol}^{-1}$

অর্থাৎ প্রদত্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত P হাই[illegible] বা C_2H_6 এর প্রমাণ সংগঠন তাপ হলো –76 kJmo[illegible]

ঘ প্রশ্ন অনুসারে P এবং Q হাইড্রোকার্বনদ্বয় হলো যথাক্রমে C_2H_6 এবং C_2H_4। এদের দহন বিক্রিয়ার সংশ্লিষ্ট সমীকরণদ্বয় নিম্নরূপ–

$C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l);\ \Delta H = -1370 \text{ kJmol}^{-1}$ ....(1)

$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l);\ \Delta H = ?$ ... (2)

(i) নং সমীকরণ অনুসারে, 1 mole বা 30 g C_2H_6 কে পোড়ালে 1370 কিলোজুল তাপ উৎপন্ন হয়। আবার ২নং বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

$\Delta H = [2 \times \Delta H_{(CO_2)} + 2 \times \Delta H_{(H_2O)}] - [\Delta H_{(C_2H_4)} + 3 \times \Delta H_{(O_2)}]$

বা, $\Delta H = [2 \times (-393) + 2 \times (-220)] - [-84 + 0]$

বা, $\Delta H = -786 - 440 + 84$

বা, $\Delta H = -1142 \text{ kJmol}^{-1}$

অর্থাৎ 1mole ইথিন বা 28 g Q যৌগকে পোড়ালে 1142 কিলোজুল তাপ উৎপন্ন হবে।

এখন 1g P যৌগ বা C_2H_6 হতে উৎপন্ন তাপ $\frac{1370}{30} = 45.66$ kJ

1g Q যৌগ বা C_2H_4 হতে উৎপন্ন তাপ $\frac{1142}{28} = 40.786$ kJ

সুতরাং গণনানুসারে এখানে P যৌগটিই উৎকৃষ্ট জ্বালানি।

প্রশ্ন ▶২৭ $X_2Y_4 \rightleftharpoons 2XY_2;\ \Delta H = +ve$

27°C তাপমাত্রায় এবং 1 বায়ুচাপে X_2Y_4 এর 20% বিয়োজিত হয়।

[চ. বো. ২০১৬]

ক. পুনঃচক্রায়ন কী? ১

খ. $HClO_4$ এবং $HBrO_4$ এর মধ্যে কোন এসিডের তীব্রতা বেশি? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. X_2Y_4 এর বিয়োজন হ্রাস করতে কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা যেতে পারে? বিশ্লেষণ করো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পুরাতন ও ব্যবহার অযোগ্য সামগ্রীকে প্রক্রিয়াকরণ করে পুনরায় ব্যবহার উপযোগী করে তোলার পদ্ধতিকে পুনঃচক্রায়ন বলে।

খ $\overset{+7}{HClO_4}$ এবং $\overset{+7}{HBrO_4}$ এসিডের মধ্যে $HClO_4$ এর তীব্রতা বেশি। কারণ অক্সো এসিডসমূহের ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যত বেশি হবে ঐ এসিডের তীব্রতা তত বেশি হয়। এখানে যৌগ দুটির ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু দুটির (Cl, Br) জারণ সংখ্যা সমান হওয়ায় তীব্রতা আকারের উপর নির্ভর করবে। আমরা জানি, Cl এর আকার Br এর চেয়ে ছোট। আকারে ছোট হওয়ায় এখানে ক্লোরিনের চার্জ ঘনত্ব বেশি হবে। আর কেন্দ্রীয় পরমাণুর ঘনত্ব বেশি হলে সেই যৌগের তীব্রতাও বেশি হয়। তাই তীব্রতা ক্রম হলো– $HClO_4 > HBrO_4$।

গ প্রদত্ত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ –

	X_2Y_4	$\rightleftharpoons$	$2XY_2$
প্রাথমিক অবস্থায় :	1 mol		0 mol
সাম্যবস্থায় :	1 – 20%		20%
	0.8 mol		2 × (0.2) mol

$\therefore$ সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা = (0.8 + 0.4) mol = 1.2 mol

$\therefore P_{X_2Y_4} = \frac{0.8}{1.2} \times 1$

$= 0.67$

$\therefore$ P[illegible] $\frac{0.4}{[illegible]} \times 1 = 0.33$

$\therefore K_p$ [illegible] $\frac{[illegible]}{[P_{X_2Y_4}]}$

$= \frac{[0.33]^2}{[0.67]}$

$= 0.163$ atm

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত বিক্রিয়াটির K_p এর মান হলো 0.163 atm।

ঘ প্রশ্ন অনুসারে প্রদত্ত বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া। এ বিক্রিয়ায় X_2Y_4 এর বিয়োজন হ্রাস করতে হলে নিম্নোক্ত পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হবে।

$X_2Y_4 \rightleftharpoons 2XY_2;\ \Delta H = +ve$

তাপমাত্রা হ্রাস: যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপহারী, তাই লা-শ্যাতেলিয়ারের নীতি মোতাবেক এ বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা কমালে সাম্যবস্থা বামদিকে সরে যাবে। ফলে X_2Y_4 এর বিয়োজন হ্রাস পাবে।

চাপ বৃদ্ধি: যেহেতু উৎপাদে অণুর সংখ্যা বৃদ্ধি পায় তাই এ বিক্রিয়ায় চাপ বাড়ালে X_2Y_4 এর বিয়োজন হ্রাস পাবে বা বিক্রিয়া বাম দিকে সরে আসবে।

ঘনমাত্রা পরিবর্তন: বিক্রিয়া হতে বিক্রিয়ক X_2Y_4 অপসারণ করে এর বিয়োজন হ্রাস করা যায়। বিক্রিয়কের পরিমাণ যত কম হবে বিয়োজনের হারও তত কমবে।

প্রভাবক ব্যবহার: এ বিক্রিয়ায় উপযুক্ত ঋণাত্মক প্রভাবক ব্যবহার করে বিক্রিয়ার গতি হ্রাস তথা X_2Y_4 এর বিয়োজন কমানো যায়।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, লা-শাতেলীয়ার নীতির প্রয়োগ করে এবং বিক্রিয়াটির বৈশিষ্ট্য অনুসারে বিভিন্ন নিয়ামক পরিবর্তন করে প্রদত্ত উভমুখী বিক্রিয়াটির X_2Y_4 এর বিয়োজন হ্রাস করা যাবে।

প্রশ্ন ▶২৮ একটি এসিড, HA ও একটি ক্ষারক BOH এর বিয়োজন ধ্রুবকের মান যথাক্রমে 6.3×10^{-5} এবং 1.8×10^{-5}। এরা নিম্নরূপ প্রশমন বিক্রিয়া দেয়।

$HA + NaOH \longrightarrow NaA + H_2O$ (I)

$BOH + HCl = BCl + H_2O$ (II)

[চ. বো. ২০১৬]

ক. ব্লাঞ্চিং কী? ১

খ. $FeCl_2$ এর গলনাঙ্ক $FeCl_3$ অপেক্ষা বেশি কেন? ২

গ. 0.1M HA দ্রবণের pH নির্ণয় করো। ৩

ঘ. অম্ল-ক্ষারক টাইট্রেশনের ক্ষেত্রে উদ্দীপকের বিক্রিয়া দু'টিতে একই নির্দেশক ব্যবহার করা সম্ভব কিনা ব্যাখ্যা করো। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক টুকরা করা কাঁচা খাদ্য বস্তুকে ফুটন্ত পানিতে বা ফুটন্ত পানি বাষ্পে 5-10 মিনিট উত্তপ্ত করার প্রক্রিয়াকে ব্লাঞ্চিং বলে।

খ ফাযানের মতবাদ অনুসারে, ক্যাটায়নের আকার হ্রাস এবং চার্জ বৃদ্ধির সাথে সাথে অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘের পোলারায়ন বৃদ্ধি পায় এবং সংশ্লিষ্ট যৌগে সমযোজী চরিত্র বৃদ্ধি পায়। তাই Cl^- অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘের পোলারায়ন Fe^{2+} অপেক্ষা Fe^{3+} আয়ন কর্তৃক বেশি হয়। সুতরাং, $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ যৌগে সমযোজী চরিত্র বেশি হওয়ায় $FeCl_2$ এর গলনাঙ্ক $FeCl_3$ অপেক্ষা বেশি হয়।

গ সৃজনশীল ২৫ এর 'গ' নং প্রশ্নোত্তর দেখো।

ঘ অম্ল-ক্ষারক টাইট্রেশনের প্রদত্ত বিক্রিয়া দুটিতে একই নির্দেশক ব্যবহার করা সম্ভব নয়। নিচে কারণসহ বিস্তারিত আলোচনা করা হলো–

নির্দেশকসমূহ বিভিন্ন মাধ্যমে ভিন্ন বর্ণ প্রদর্শন করে বিক্রিয়ার সমাপ্তি বিন্দু নির্দেশ করে। প্রতিটি নির্দেশক একই pH এ বর্ণ পরিবর্তন করে না এবং বর্ণ প্রদর্শনের জন্য pH-এর নির্দিষ্ট সীমা আছে। সাধারণত নির্দেশকসমূহ 2 pH একক ব্যবধানে তাদের বর্ণ পরিবর্তন করে।
কোন টাইট্রেশনে তুল্যতা বিন্দুতে, যে নির্দেশক হঠাৎ করে বর্ণ পরিবর্তন করে, সে নির্দেশক টাইট্রেশনের জন্য সঠিক নির্দেশক।
প্রদত্ত বিয়োজন ধ্রুবকের মান হতে বুঝা যায় যে, HA ও BOH উভয়ই মৃদু অম্ল ও ক্ষারক। মৃদু অম্ল (HA) কে তীব্র ক্ষারক (NaOH) দ্বারা টাইট্রেশনের সময় যে লবণ উৎপন্ন হয় তা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে কিছু পরিমাণে মৃদু অম্ল ও তীব্র ক্ষারক উৎপন্ন হয়। ফলে তুল্যতা বিন্দুতে দ্রবণ কিছুটা ক্ষারীয় থাকে। এক্ষেত্রে pH মান 7 এর অধিক হয়ে থাকে। আবার, তীব্র অম্ল (HCl) কে মৃদু ক্ষারক (BOH) দ্বারা টাইট্রেশনের সময় যে লবণ উৎপন্ন হয় তা আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়ে কিছু পরিমাণে মৃদু ক্ষারক এবং তীব্র অম্ল উৎপন্ন করে। ফলে তুল্যতা বিন্দুতে দ্রবণটি অম্লীয় হয় এবং pH এর মান 7 এর কম হয়। উভয় ক্ষেত্রে pH পরিবর্তন 6 ~ 11 এবং 3.5 ~ 7 হওয়ায় টাইট্রেশনে ভিন্ন নির্দেশক ব্যবহার করতে হবে। মৃদু অম্ল (HA) ও তীব্র ক্ষারের (NaOH) টাইট্রেশনে ফেনলফথ্যালিন (pH পরিসর 8.3 ~ 10.0) এবং তীব্র অম্ল (HCl) ও মৃদু ক্ষারের (BOH) টাইট্রেশনে মিথাইল অরেঞ্জই (pH বিস্তার 3.1 ~ 4.4) উৎকৃষ্ট নির্দেশক।

প্রশ্ন ▶ ২৯ $A_2 (g) + B_2 (g) \rightleftharpoons 2AB(g); \Delta H = + q$ উক্ত বিক্রিয়ার আলোকে নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও: *[চ. বো. ২০১৫]*

ক. পলির বর্জন নীতি কী? ১
খ. রাসায়নিক সাম্যাবস্থা গতিশীল— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির জন্য Kp ও Kc এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো। ৩
ঘ. AB কে তরল পরিণত করা হলে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থার উপর কি প্রভাব পড়বে— বিশ্লেষণ করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই রূপ হতে পারে না।

খ সাম্যাবস্থা অর্জনকারী উভমুখী বিক্রিয়া আপাত দৃষ্টিতে বন্ধ বলে মনে হলেও প্রকৃতপক্ষে সম্মুখমুখী ও পশ্চাৎমুখী উভয় বিক্রিয়াই সমান গতিতে চলতে থাকে। আপাত দৃষ্টিতে সাম্যাবস্থাকে স্থির বলে মনে হলেও সূক্ষ্মভাবে দেখলে বুঝা যায় যে তা গতিশীল। যেমন—

$$H_2 + I^*_2 \rightarrow 2HI^*$$

বিক্রিয়ায় HI সর্বমোট পরিমাণ 80% স্থির থাকছে। তাই কিছু HI* উৎপন্ন হওয়ার সাথে সাথে HI বিয়োজিত হয়েছে। সুতরাং বলা যায় রাসায়নিক সাম্যাবস্থা গতিশীল।

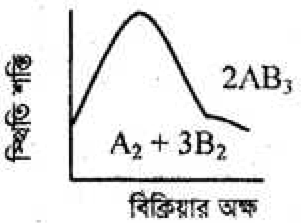
গ সৃজনশীল ১৪ এর 'গ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ প্রদত্ত বিক্রিয়ায় AB কে তরলে পরিণত করতে হলে নিম্ন তাপমাত্রায় উচ্চ চাপ প্রয়োগ করা প্রয়োজন। কারণ বিক্রিয়াটির উপর চাপের কোন প্রভাব না থাকলেও তাপের প্রভাব রয়েছে। যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপহারী তাই তাপ হ্রাসে সাম্যের অবস্থান বাম দিকে স্থানান্তরিত হবে।
আমরা জানি, সাম্যাবস্থা অর্জনকারী উভমুখী বিক্রিয়ার নিয়ামকের পরিবর্তন করা হলে সাম্যের অবস্থান ডান দিকে কিংবা বামে স্থানান্তরিত হয়ে নিয়ামকের পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়। যে সকল বিক্রিয়ার $\Delta n = 0$ সে সকল বিক্রিয়ার উপর চাপের কোন প্রভাব নেই। গ্যাসীয় পদার্থকে তরল পরিণত করার জন্য নিম্ন তাপমাত্রার প্রয়োজন। প্রদত্ত বিক্রিয়াটির Δn মান শূন্য হওয়ায় চাপ প্রয়োগে সাম্যের অবস্থানের কোনরূপ পরিবর্তন হয় না।

$A_2 + B_2 \rightleftharpoons 2\,AB$
উৎপাদের মোল সংখ্যা, $n_2 = 2$
বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা $n_1 = 1 + 1$
$\therefore \Delta n = n_2 - n_1 = 0$

বিক্রিয়াটি তাপহারী হওয়ায় তাপ হ্রাসে নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হওয়ার জন্য সাম্যের অবস্থান বামে স্থানান্তরিত হবে।
সুতরাং, উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে প্রদত্ত বিক্রিয়াটি তাপহারী এবং $\Delta n = 0$ হওয়ায় AB গ্যাসীয় পদার্থকে তরলে পরিণত করতে হলে সাম্যের অবস্থানের উপর প্রভাব পড়বে।

প্রশ্ন ▶ ৩০



একটি পাত্রে 520° তাপমাত্রা এবং 180 বায়ুচাপে 22% AB_3 আছে। *[সি. বো. ২০১৭]*

ক. আইসোটোন কী? ১
খ. শিখা পরীক্ষাতে গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি থেকে কীভাবে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যাবে— বিশ্লেষণ করো। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

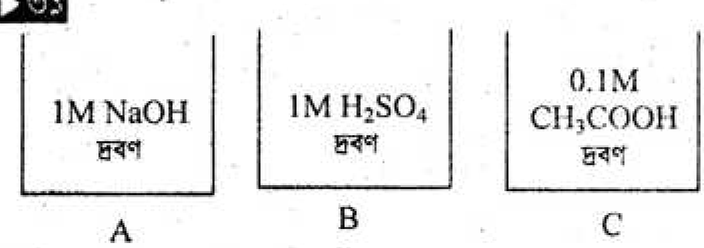
ক যে সব মৌলের নিউট্রন সংখ্যা সমান, কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ও ভর সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোন বলে।

খ শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয়। কারণ সালফেট, নাইট্রেট প্রভৃতি লবণের তুলনায় ধাতব ক্লোরাইড অধিক উদ্বায়ী। এ কারণে HCl সহ ধাতব লবণকে বুনসেন দীপ শিখায় উত্তপ্ত করলে উদ্বায়ী ক্লোরাইড উৎপন্ন হয় এবং তা বুনসেন দীপ শিখার তাপে বাষ্পাকারে উড়ে যায়। উড়ে যাবার সময় বুনসেন দীপ শিখায় নিজস্ব বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ ছড়ায়।
MX + HCl (গাঢ়) = MCl (উদ্বায়ী) ↑ + HX

গ ৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৩১



CH_3COOH এর $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ *[সি. বো. ২০১৭]*

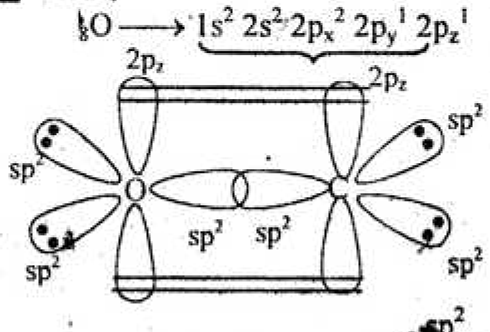
ক. পিপেট কী? ১
খ. O_2 এর অণুতে সিগমা বন্ধন এবং পাই বন্ধন উভয়ই দেখা যায়।— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. C পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় করো। ৩
ঘ. A এবং B পাত্রের দ্রবণের প্রশমন তাপের সাথে A এবং C পাত্রের দ্রবণের প্রশমন তাপের পার্থক্য বিশ্লেষণ করো। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পিপেট দুই মুখ খোলা সরু একটি কাঁচ নল, যা দিয়ে কোন তরল বা দ্রবণের আয়তন পরিমাপ করে স্থানান্তর করা হয়।

খ এখানে,

$_8O \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$



$\ddot{O}=\ddot{O}$

এখানে দেখা যায়, অক্সিজেনে sp^2 [illegible] ঘটে। অক্সিজেনের একটি sp^2 অরবিটাল অপর আরেকটি অক্সিজেনের sp^2 সংকর অরবিটালের সাথে মুখোমুখী অধিক্রমণে সিগমা বন্ধন গঠন করে। আবার সংকরণে অংশগ্রহণ না করে $2p_z$ অরবিটাল পাশাপাশি অধিক্রমণ করে পাই বন্ধন গঠন করে।

গ আমরা জানি,

$pH = -\log[H^+]$
$\Rightarrow pH = -\log(0.1)$
$\Rightarrow pH = 1$

দেওয়া আছে C পাত্রের দ্রবণে, $[H^+] = 0.1M$

সুতরাং, উপরোক্ত গণনানুসারে প্রদত্ত C দ্রবণের pH হলো 1।

ঘ এখানে A ও B পাত্রের দ্রবণের বিক্রিয়া হলো একটি তীব্র ক্ষার ও তীব্র এসিডের বিক্রিয়া। এসিড-ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়া একটি তাপ উৎপাদী আয়নিক বিক্রিয়া। দ্রবণে এসিড ও ক্ষারের আয়নিত অবস্থায় যথাক্রমে H^+ ও OH^- আয়ন উৎপন্ন করে। দ্রবণে তুল্য পরিমাণ এসিড ও ক্ষার সংযোগে এসিড থেকে H^+ আয়ন এবং ক্ষার থেকে উৎপন্ন OH^- আয়নের সমন্বয়ে এক মোল পানি উৎপন্ন হলে যে পরিমাণ তাপ নির্গত হয় তাকে সংশ্লিষ্ট এসিড-ক্ষারের প্রশমন তাপ বলে।

H_2SO_4 ও NaOH মধ্যে সংঘটিত প্রশমন বিক্রিয়া হলো–

$$H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O;\ \Delta H = -57.44\ kJ\ mol^{-1}$$

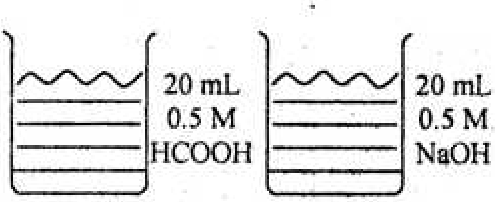
এখানে, NaOH ও H_2SO_4 এর সংযোগে যখন 1 মোল পানি উৎপন্ন হয় তখন 57.44 kJ তাপ নির্গত হয় যা প্রশমন তাপ নামে পরিচিত। আবার, A ও C পাত্রের দ্রবণের বিক্রিয়া একটি তীব্র ক্ষার ও মৃদু এসিডের বিক্রিয়া। মৃদু এসিড CH_3COOH এবং তীব্র ক্ষার NaOH এর প্রশমন তাপ কিছুটা কম হয়। কারণ CH_3COOH মৃদু এসিড হওয়ায় পুরোপুরি আয়নিত হয় না। ফলে একে সম্পূর্ণ আয়নিত করতে কিছু পরিমাণ শক্তি খরচ করতে হয়। প্রশমন বিক্রিয়ায় নির্গত তাপ এ শক্তির যোগান দেয়।

$$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow CH_3COONa\ (aq) + H_2O\quad \Delta H = -55.2\ kJ\ mol^{-1}$$

সুতরাং A ও C পাত্রের দ্রবণের বিক্রিয়ার প্রশমন তাপ কিছুটা কমে –55.2kJ হয়।

সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে এ কথা বলা যায় যে, A ও B এবং A ও C পাত্রদ্বয়ের দ্রবণের মধ্যে সংঘটিত প্রশমন তাপ বিক্রিয়ার প্রকৃতি অনুসারে প্রকৃত পক্ষে নির্ভর করে অর্থাৎ নির্গমন কম বা বেশি হয়।

প্রশ্ন ▶ ৩২



(HCOOH এর pK_a এর মান 3.8) /সি. বো. ২০১৬/

ক. বিক্রিয়ার গতি কী? ১
খ. F সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. 'A' দ্রবণের pH হিসাব করো। ৩
ঘ. 'A' দ্রবণের সাথে 'B' দ্রবণ মিশ্রিত করলে প্রশমন তাপ স্থির থাকবে কি? বিশ্লেষণ করো। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক সময়ে একটি বিক্রিয়ার বিক্রিয়কসমূহের ঘনমাত্রা কতটুকু হ্রাস পায় বা উৎপন্ন পদার্থের ঘনমাত্রা কতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বিক্রিয়ার গতি বলে।

খ পর্যায় [illegible] F সবচেয়ে তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল। কারণ, যে কোনো পর্যায়ে যতই বামদিক থেকে ডানদিকে যাওয়া যায় ঋণাত্মকতা ততই বাড়তে থাকে। কারণ একই পর্যায়ে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে নতুন ইলেকট্রন শক্তিস্তর বৃদ্ধি পায় না কিন্তু ইলেকট্রন সংখ্যা বাড়ে। ফলে সর্বশেষ শক্তিস্তরের এই অধিক ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচের দিকে যেতে থাকলে নতুন করে শক্তিস্তর যুক্ত হতে থাকে। ফলে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন নিউক্লিয়াস থেকে ক্রমশ দূরে সরে যাওয়ায় তাদের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ হ্রাস পায়। ফলে তড়িৎ ঋণাত্মকতা কমতে থাকে। F পর্যায় সারণিতে সবচেয়ে ডানে ও উপরে অবস্থিত। তাই এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা সবচেয়ে বেশি এবং তা হলো 4।

গ প্রদত্ত A দ্রবণটি হলো HCOOH এর দ্রবণ।

দেওয়া আছে,

HCOOH এর $pK_a = 3.8$

এখন, $pK_a = -\log K_a$

$\Rightarrow 3.8 = -\log K_a$

$\Rightarrow 3.8 = \log\left(\frac{1}{K_a}\right)$

$\Rightarrow \frac{1}{K_a} = 6309.57$

$\therefore K_a = 1.585 \times 10^{-4}$

এখন,

দ্রবণের ঘনমাত্রা, C = 0.5 M

$\therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$

$= \sqrt{\frac{1.585 \times 10^{-4}}{0.5}}$

$= 0.018$

যেহেতু, α এর মান অনেক কম। তাই HCOOH একটি মৃদু এসিড। এর আংশিক বিয়োজনে জলীয় দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা হবে–

$[H^+] = \alpha \times C$
$= 0.018 \times 0.5$
$= 9 \times 10^{-3}$

$\therefore pH = -\log[H^+]$
$= -\log(9 \times 10^{-3})$
$= 2.046$

সুতরাং, উপরোক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত A দ্রবণের pH হলো 2.046।

ঘ এখানে প্রশ্ন অনুসারে A দ্রবণটি একটি এসিডীয় দ্রবণ এবং B দ্রবণটি একটি ক্ষারীয় দ্রবণ। সুতরাং এদেরকে মিশ্রিত করলে প্রশমন বিক্রিয়া সংঘটিত হবে।

আমরা জানি, তীব্র অম্ল ও ক্ষার জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণ বিশ্লিষ্ট হয়ে H^+ ও OH^- আয়ন উৎপন্ন করে এবং প্রশমন বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়ায় নির্গত তাপ হলো একটি স্থির মান –57.3 kJ।

প্রদত্ত দ্রবণদ্বয়ের মধ্যে HCOOH একটি দুর্বল এসিড ও NaOH একটি তীব্র ক্ষার। এদের মধ্যকার প্রশমন বিক্রিয়া হলো–

$(HCOO^- + H^+) + (Na^+ + OH^-) = Na^+ + HCOO^- + H_2O$

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়ার প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে কম হয়; কারণ HCOOH দুর্বল হওয়ায় লঘু দ্রবণেও পুরোপুরি আয়নিত হয় না। অথচ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পূর্বে HCOOH ও NaOH কে পুরোপুরি আয়নিত হতে হয়। ফলে আংশিক বিয়োজিত HCOOH কে আয়নিত

করতে কিছু পরিমাণ শক্তি খরচ হয়। প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপ এ শক্তি যোগায়। এজন্য HCOOH ও NaOH এর প্রশমনের ক্ষেত্রে স্থির মানের চেয়ে কিছুটা কম পরিমাণ তাপশক্তি নির্গত হয়। তাই বলা যায় যে প্রদত্ত মিশ্রণের একটি দুর্বল এসিড এবং এই দুর্বল এসিডের বিয়োজনে প্রয়োজনীয় শক্তি ব্যয় হওয়ায় এই মিশ্রণের প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে কম হয়।

প্রশ্ন ▶ ৩৩

রাসায়নিক বিক্রিয়া/সংকেত	যৌগ	প্রতীকী যৌগের প্রমাণ গঠন তাপ $kJmol^{-1}$
$C(s) + O_2(g) \longrightarrow$	[illegible]	– 393.30
$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow$	B	– 220.20
C_nH_{2n+2} → n = 2	C	– 84.52
C_nH_{2n+2} → n = 1	D	– 74.89

[সি. বো. ২০১৬]

ক. গ্লাস ক্লিনারের মূল উপাদান কী? ১

খ. ক্রোমিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম কেন? ২

গ. A ও B এর সমন্বয়ে গঠিত যৌগ রক্তের pH নিয়ন্ত্রক— ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের C এবং D এর মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্লাস ক্লিনারের মূল উপাদান হলো অ্যামোনিয়া ও আইসোপ্রোপানল।

খ সাধারণত দেখা যায় যে, সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণভাবে ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। অর্ধপূর্ণ ও সম্পূর্ণ পূর্ণ অরবিটালের প্রতিসমতার প্রেক্ষাপটে এই সুস্থিতি অর্জিত হয়।

$Cr(24) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ ($3d^4 4s^2$ নয়)

তাই ক্রোমিয়ামের $d^4 4s^2$ এর পরিবর্তে $d^5 4s^1$ ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর স্থায়ী হওয়ার কারণে Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাসে ব্যতিক্রম লক্ষ্য করা যায়।

গ সংশ্লিষ্ট প্রথম দুটি বিক্রিয়া নিম্নরূপ–

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$ (A)

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O$ (B)

উৎপন্ন A ও B যৌগদ্বয় যথাক্রমে CO_2 ও H_2O রক্তের pH নিয়ন্ত্রণে খুবই গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

$CO_2(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons H_2CO_3(l) + HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$

কার্বনিক এসিড ও বাইকার্বনেট আয়নের এই রাসায়নিক সাম্যাবস্থার দিক ল্যা-শাতেলিয়ার নীতি দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। মানুষ কোন ক্ষারীয় খাবার গ্রহণ করলে উক্ত খাদ্য সাম্যাবস্থাকে নিম্নোক্তভবে প্রভাবিত করে–

$H_2CO_3(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_2O(aq)$

ফলে রক্ত সামান্য পরিমাণে ক্ষারীয় হয়।

আবার যদি অম্লীয় খাবার গ্রহণ করা হয় তখন সাম্যাবস্থায় দাঁড়ায়–

$H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$

ফলে রক্ত সামান্য পরিমাণে অম্লত্ব লাভ করে।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, বাইকার্বনেট বাফার সিস্টেম রক্তে এমনভাবে কাজ করে যে, যদি মানুষ অম্লীয় বা ক্ষারীয় খাবার গ্রহণ করে তাহলে তা সহজেই রক্তের সাথে মিশে সাম্যাবস্থায় পৌছে এবং সার্বিকভাবে রক্তে pH এর মান অপরিবর্তিত রাখে।

ঘ প্রদত্ত 3 নং বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

C ও D যৌগ দুটি হলো C_2H_6 (ইথেন) এবং CH_4 (মিথেন)।

(a) মিথেনের দহন বিক্রিয়া: $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$

$\therefore \Delta H = \{\Delta H_{f(CO_2)} + 2\Delta H_{f(H_2O)}\} - \{\Delta H_{f(CH_4)} + 2\Delta H_{f(O_2)}\}$

$= \{-393.30 + 2 \times (-220.20)\} - \{-74.89 + 2 \times 0)\}$

$= [illegible]82\ kJmol^{-1}$

CH_4 [illegible] ভর = 16 g

$\therefore 1\ g\ CH_4$ হতে উৎপন্ন তাপ $= \frac{758.82}{16} = 47.426\ kJ$

(b) ইথেনের দহন বিক্রিয়া: $C_2H_6(g) + \frac{7}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$

$\therefore \Delta H = \{2\Delta H_{f(CO_2)} + 3\Delta H_{f(H_2O)}\} - \{(\Delta H_{f(C_2H_6)} + \frac{7}{2}\Delta H_{f(O_2)}\}$

$= \{2 \times (-393.30 + 3(-220.20) - \{-84.52 + \frac{7}{2} \times 0)$

$= -786.60 - 660.60 + 84.52 = -1362.68\ kJmol^{-1}$

C_2H_6 এর আণবিক ভর $= (12 \times 2 + 1 \times 6) = 30\ g/mol$

$30\ g\ C_2H_6$ এর দহনে উৎপন্ন তাপ $= 1362.68\ kJmol^{-1}$

$1\ g\ C_2H_6$ এর দহনে উৎপন্ন তাপ $= \frac{1362.68}{30} = 45.423\ kJ$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে প্রতি গ্রাম মিথেনের দহন তাপ প্রতি গ্রাম ইথেনের চেয়ে বেশি। তাই বলা যায় জ্বালানি হিসেবে D (মিথেন) বেশি উপযোগী।

প্রশ্ন ▶ ৩৪ $2N_2O_5 \rightleftharpoons 4NO_2 + O_2,\ \Delta H = +Ve$

বিক্রিয়ায় O_2 এর ঘনমাত্রা সময়ের সাথে নিম্নরূপে পরিবর্তিত হয়—

সময় (সেকেন্ড)	ঘনমাত্রা ($mol\ dm^{-3}$)
500	0.22×10^{-2}
1,000	0.37×10^{-2}

[য. বো. ২০১৭]

ক. আয়নিক গুণফল কী? ১

খ. MgO অপেক্ষা Na_2O অধিক ক্ষারীয় কেন, ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বিক্রিয়াটিতে অক্সিজেন উৎপন্ন হওয়ার হার নির্ণয় করো। ৩

ঘ. বিক্রিয়াটিতে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়ার কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আয়নিত অবস্থায় কোনো পদার্থের আয়নসমূহের ঘনমাত্রার গুণফলকে আয়নিক গুণফল বলে।

খ আমরা জানি, ধাতব অক্সাইডসমূহ ক্ষারীয় প্রকৃতির হয়। তাই Na_2O ও MgO উভয়ই ক্ষারীয় অক্সাইড। এদের মধ্যে Na_2O পানির সাথে তাৎক্ষণিকভাবে বিক্রিয়া করে ধাতব হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে। ধাতব হাইড্রক্সাইড পানিতে দ্রবণীয় হয় এবং তীব্র ক্ষার।

$Na_2O + H_2O \longrightarrow NaOH$

কিন্তু MgO সাধারণ অবস্থায় পানির সাথে বিক্রিয়া করে না। তাই বলা যায় MgO অপেক্ষা Na_2O তীব্র ক্ষারীয়।

গ প্রশ্নমতে, উৎপন্ন অক্সিজেনের ঘনমাত্রার পরিবর্তন

$\Delta x = (0.37 \times 10^{-2} - 0.22 \times 10^{-2})\ molL^{-1}$

$= 0.15 \times 10^{-2}\ molL^{-1}$

ঘনমাত্রা পরিবর্তনের মোট সময়, $\Delta t = (1{,}000 - 500)$ sec $= 500$ sec

সুতরাং, অক্সিজেন উৎপন্নের হার $= \frac{\Delta x}{\Delta t}$

$= \frac{0.15 \times 10^{-2}\ molL^{-1}}{500\ sec}$

$= 3 \times 10^{-6}\ mol\ L^{-1}\ s^{-1}$

ঘ ২২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৩৫

20 mL 0.1M H_2SO_4	6 mL 0.025 M NaOH	150 mL 0.85 M CH_3COOH $K_a = 1.85 \times 10^{-5}$
A	B	C

[য. বো. ২০১৬]

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কী? ১

খ. খাদ্য কৌটাজাতকরণে এগজস্টিং কেন করা হয়? ২

গ. (B + C) দ্রবণের pH বের করো। ৩

ঘ. (A + B) মিশ্রণের প্রকৃতি কি হবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক খাদ্য নিরাপত্তা হলো বিজ্ঞানসম্মত কিছু নীতিমালা যেখানে খাদ্য বস্তুর প্রক্রিয়াজাতকরণ হতে শুরু করে সংরক্ষণ পর্যন্ত সঠিক নির্দেশনা থাকে।

খ খাদ্য প্রক্রিয়াজাতকরণের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো এগজস্টিং। এ ধাপে খাদ্যকে কৌটায় রেখে উপযুক্ত প্রিজারভেটিভস যোগ করে ঐ কৌটাকে $\frac{2}{3}$ অংশ পানিতে ডুবিয়ে 95-110°C তাপমাত্রায় 5-7 মিনিট উত্তপ্ত করা হয়। এতে করে কৌটার সমস্ত বায়ু বের হয়ে যায়। ফলে জীবন ধারনের অনুপযোগী হওয়ায় কৌটায় কোনো অণুজীব জন্মাতে পারে না এবং এই বায়ুশূন্য পরিবেশে খাদ্য সহজেই দীর্ঘদিন ধরে সংরক্ষিত থাকে।

গ সৃজনশীল ১২ এর 'গ' নং প্রশ্নোত্তর দেখো।

ঘ সৃজনশীল ১২ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তর দেখো।

প্রশ্ন ▶ ৩৬ $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$

25°C তাপমাত্রায় এবং 1 বায়ুচাপে 80% PCl_5 বিয়োজিত হয়ে PCl_3 এবং Cl_2 উৎপন্ন করে। [য. বো. ২০১৬]

ক. ভিনেগার কী? ১

খ. তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপ ধ্রুবক— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উপরের বিক্রিয়ার K_p এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাংকের মানের পরিবর্তন ঘটবে কী? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ইথানোয়িক এসিডের (6–10)% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে।

খ ২(খ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দেখো।

গ ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ প্রদত্ত বিক্রিয়াটি হলো:

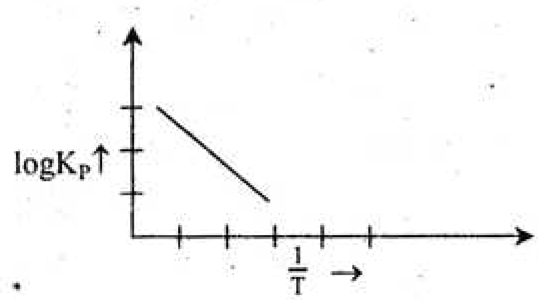
$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2 \ ; \ \Delta H = +ve$$

সমীকরণ হতে দেখা যায় বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় তাপহারী। তাপমাত্রার ওপর সাম্যধ্রুবকের মানের নির্ভরশীলতা, বিজ্ঞানী ভ্যান্ট হফের সমীকরণ হতে পাওয়া যায়,

$$\log K_p = \frac{-\Delta H}{2.303R} \cdot \frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক} \ ... \ (i)$$

[এখানে প্রতীকসমূহ সাধারণ অর্থজ্ঞাপক]

সমীকরণ (i) হতে দেখা যায় তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালে



চিত্র: তাপহারী বিক্রিয়া লেখ।

$\frac{1}{T}$ হ্রাস পায় এবং $\log K_p$ এর মান বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ এক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাঙ্ক বা সাম্যধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পাবে। কেননা তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্য মিশ্রণে উৎপাদ অর্থাৎ PCl_3 এবং Cl_2 গ্যাসের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

$$\frac{P_{PCl_3} \times P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}}$$

তাই উপরের পর্যালোচনা থেকে স্পষ্ট দেখা যায় যে, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়াটিতে সাম্যাঙ্কের মানের পরিবর্তন ঘটবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৭ একটি বিক্রিয়া নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:

$A_2B_4(g) \rightleftharpoons 2AB_2; \Delta H = + Ve$

উক্ত বিক্রিয়া নিম্নরূপে দুই অবস্থায় বিয়োজিত হয়—

(i) 25°C তাপমাত্রায় ও 2.0 atm চাপে;

(ii) 80°C তাপমাত্রায় ও 6.0 atm চাপে। [য. বো. ২০১৫]

ক. গ্রিন কেমিস্ট্রি কী? ১

খ. পানিতে এসিড যোগ করলে pH এর মান হ্রাস পায়— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত বিক্রিয়ার জন্য K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিপাদন করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের (i) ও (ii) নং অবস্থার মধ্যে কোন ক্ষেত্রে উৎপাদের পরিমাণ সর্বাধিক হবে? মূল্যায়ন করো। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্রিন কেমিস্ট্রি হলো রসায়নের একটি শাখা, যেখানে কম পরিবেশ দূষণ করে এমন সব প্রক্রিয়া ও উৎপাদন পদ্ধতি নিয়ে অধ্যয়ন ও গবেষণা করা হয়।

খ পানিতে এসিড যোগ করলে pH এর মান হ্রাস পায়। কারণ, এসিড যোগে পানিতে বিদ্যমান H^+ এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায় ফলে pH এর মান কমে যায়। যদি H^+ আয়নের ঘনমাত্রা $10^{-3}gL^{-1}$ হয় তাহলে $pH = -\log 10^{-3} = 3$। এখন এটিকে যদি 10 গুণ গাঢ় করা হয় তাহলে দ্রবণে H^+ এর ঘনমাত্রা হবে $10^{-2}gL^{-1}$ হয় তখন $pH = -\log 10^{-2} = 2$ হয়। সুতরাং দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রা 10 গুণ বৃদ্ধি করলে দ্রবণের pH এক একক হ্রাস পায়।

গ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$A_2B_4(g) \rightleftharpoons 2AB_2(g); \Delta H = +Ve$

বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় মোলার সাম্যধ্রুবক,

$$K_c = \frac{[AB_2]^2}{A_2B_4} = \frac{(C_{AB_2})^2}{C_{A_2B_4}} \ .... \ (i)$$

এবং মোলার সাম্যধ্রুবক,

$$K_p = \frac{(P_{AB_2})^2}{P_{A_2B_4}} \ .... \ (ii)$$

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে আমরা জানি,

$$PV = nRT$$

$$P = \frac{n}{V}RT = CRT \left[\therefore C = \frac{n}{V}\right]$$

(ii) নং এ P এর মান বসাই,

$$K_p = \frac{(C_{AB_2}RT)^2}{C_{A_2B_4}RT} = \frac{(C_{AB_2})^2 \times (RT)^2}{C_{A_2B_4} \times (RT)} = \frac{(C_{AB_2})^2}{C_{A_2B_4}} \times (RT)^{2-1}$$

$$= K_c(RT)^1 \ [(i) \text{ নং হতে}]$$

$$\therefore K_p = K_c(RT)$$

সুতরাং এটিই হলো প্রদত্ত বিক্রিয়ার জন্য K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক।

ঘ প্রদত্ত বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া (ΔH = ধনাত্মক)। তাপহারী গ্যাসীয় উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুযায়ী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যাবে; অর্থাৎ সম্মুখ বিক্রিয়াটি আরো বেশি করে সংঘটিত হবে। এর ফলে, AB_2 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে।

এখানে, (i) নং শর্তানুযায়ী তাপমাত্রা 25°C এবং (ii) নং শর্তানুযায়ী তাপমাত্রা হচ্ছে 80°C। এক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালে উৎপাদনের পরিমাণ বাড়বে। অর্থাৎ (ii) নং শর্তে উৎপাদনের পরিমাণ বাড়বে। আবার, বিক্রিয়াটিতে আয়তনের প্রসারণ হয়েছে।

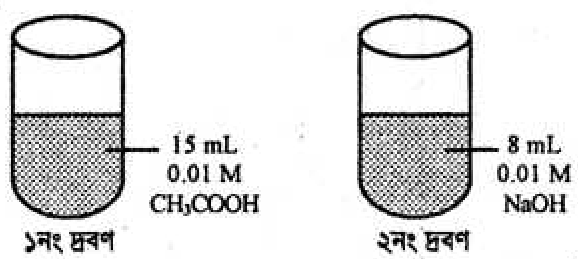
অর্থাৎ, উৎপাদের মোল সংখ্যা বিক্রিয়[illegible] হতে বেশি। এ ধরনের বিক্রিয়ায় চাপ প্রয়োগ কর[illegible]শাতেলিয়ার নীতি অনুযায়ী প্রয়োগকৃত চাপ প্রশমিত করতে সাম্যাবস্থা বাম দিকে সরে যাবে। অর্থাৎ, গ্যাসীয় পদার্থের যে দিকে মোল সংখ্যা কম, সাম্যাবস্থা সেদিকে স্থানান্তরিত হবে : $A_2B_4(g) \rightleftharpoons 2AB_2(g)$

1 মোল   2 মোল

সুতরাং, উৎপাদ AB_2 এর পরিমাণ কমে আসবে। এক্ষেত্রে (i) নং শর্তটি প্রাধান্য লাভ করে। আবার, চাপ হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে যাবে এবং উৎপাদ AB_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

সুতরাং প্রদত্ত শর্তাবলী বিশ্লেষণ করলে দেখা যায়, উপরোক্ত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে 80°C তাপমাত্রা ও 2.0atm চাপে উৎপাদের পরিমাণ সর্বাধিক হবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৮



[ব. বো. ২০১৫]

ক. ভরক্রিয়া সূত্রটি কী? ১

খ. সক্রিয়ন শক্তি বিক্রিয়ার হারকে প্রভাবিত করে— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. ২ নং দ্রবণের pH নির্ণয় করো। ৩

ঘ. ১ নং ও ২নং দ্রবণের মিশ্রণে সামান্য পরিমাণ ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার বা গতিবেগ বিক্রিয়কসমূহের সক্রিয় ভরের (ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপ) সমানুপাতিক।

খ যে বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি বেশি তার গতির হার কম হবে। আবার যে বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি কম তার গতির হার বেশি হবে। কেননা, সক্রিয়ন শক্তি বেশি হলে একটি অণুর পক্ষে সে পরিমাণ শক্তি সংগ্রহ করে দ্রুত বিক্রিয়া সম্পন্ন করা কষ্টকর হয়ে পড়ে। অপরদিকে, সক্রিয়ন শক্তি কম হলে একই সময়ে অনেক বেশি সংখ্যক অণু প্রয়োজনীয় শক্তি সম্পন্ন না হয়েও বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে পারে। ফলে বিক্রিয়ার হারও বেড়ে যায়।

গ প্রদত্ত ২ নং দ্রবণ হলো NaOH এর দ্রবণ।

দেওয়া আছে, এ দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা, $[OH^-] = 0.01M$

আমরা জানি,

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(0.01) = 2;$$

জানা আছে, $pH + pOH = 14$

$\therefore \; pH = 14 - pOH = 14 - 2 = 12$

সুতরাং উপরোক্ত গণনানুসারে ২নং দ্রবণের pH হলো 12।

ঘ এখানে ১নং দ্রবণ হলো CH_3COOH যা দুর্বল এসিড এবং ২ নং দ্রবণ হলো NaOH যা তীব্র ক্ষার। উভয়েই মিশ্রিত হয়ে একটি অম্লীয় বাফার দ্রবণ তৈরি করে।

$$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$$

এখানে, CH_3COOH ও CH_3COONa এর দ্রবণ একটি বাফার দ্রবণ। বাফার দ্রবণটিতে CH_3COOH আংশিক আয়নিত অবস্থায় এবং CH_3COONa [illegible]আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং সাম্যাবস্থায় H^+, CH_3COO^- [illegible]a^+ উপস্থিত থাকবে যা দ্রবণের উপাদান CH_3COOH এবং CH_3COONa হতে উৎপন্ন হবে।

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

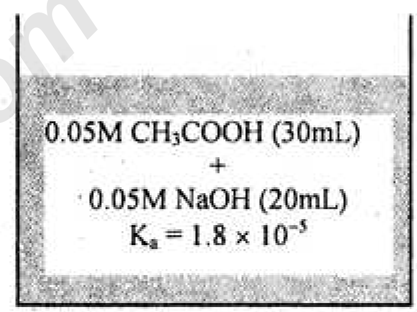
$$CH_3COONa \rightleftharpoons CH_3COO^- + Na^+$$

এই বাফার দ্রবণে সামান্য ক্ষার যোগ করলে ক্ষার থেকে উৎপন্ন OH^- আয়ন দ্রবণে বিদ্যমান H^+ আয়নের সাথে সংযুক্ত হয়ে H_2O উৎপন্ন করবে। তখন অ-আয়নিত CH_3COOH এর একটি অংশ আয়নিত হয়ে দ্রবণে H^+ আয়ন পুনরায় সরবরাহ করে। ফলে দ্রবণের H^+ এর কোনো পরিবর্তন হয় না এবং pH অপরিবর্তিত থাকে।

$$H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$$

সুতরাং উপরোক্ত ১নং ও ২নং দ্রবণের মিশ্রণে উৎপন্ন বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ ক্ষার যোগ করলে সার্বিকভাবে দ্রবণের pH এর কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ▶ ৩৯



[ব. বো. ২০১৭]

ক. পাউলির বর্জন নীতি কী? ১

খ. ল্যাবরেটরিতে ওয়াটার বাথ ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপক দ্রবণের pH কীভাবে নির্ণয় করবে? ৩

ঘ. উদ্দীপক দ্রবণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH পরির্তিত হবে কি? কারণসহ লেখো। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই রূপ হতে পারে না।

খ বিভিন্ন পরীক্ষা করার সময় ল্যাবরেটরিতে প্রয়োজনে তরল উপাদান অথবা বিক্রিয়াকে তাপ দিতে হয়। তরলকে না ফুটিয়ে যদি বিক্রিয়া ঘটানোর জন্য অথবা অন্য কোনো কারণে তাপ দিতে হয় তবে ওয়াটার বাথ ব্যবহার করা হয়। বাম্পিং ছাড়া সুষম এবং নিরাপদভাবে তাপ দেওয়ার জন্যই মূলত ওয়াটার বাথ ব্যবহার করা হয়।

গ প্রদত্ত দ্রবণটি মৃদু এসিড CH_3COOH এবং এই এসিডের সঙ্গে তীব্র ক্ষারক NaOH এর লবণ, CH_3COONa মিশ্রিত অম্লীয় বাফার দ্রবণ। আমরা জানি, বাফার দ্রবণের pH স্থির থাকে। তবে দ্রবণের এই স্থির pH মূলত দ্রবণে ব্যবহৃত মৃদু এসিডের সাম্যধ্রুবক এবং এসিড ও লবণের ঘনমাত্রার উপর নির্ভর করে। অম্লীয় বাফার দ্রবণের মৃদু এসিডের সাম্যবস্থা নিচের সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়।

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

ভরক্রিয়ার সূত্রানুসারে আমরা লিখতে পারি,

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

অথবা, $$[H^+] = \frac{K_a[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

অতএব, $[H^+] = K_a \frac{[এসিড]}{[লবণ]}$

বা, $-\log[H^+] = -\log K_a - \log \frac{[এসিড]}{[লবণ]}$

বা, $pH = pK_a + \log \frac{[লবণ]}{[এসিড]}$ $(\because -\log K_a = pK_a)$

প্রদত্ত দ্রবণে NaOH ক্ষারকটি বিয়োজিত হয়ে Na^+ ও OH^- আয়ন উৎপন্ন করে। Na^+ আয়ন CH_3COO^- আয়নের সাথে বিক্রিয়ায় CH_3COONa লবণ উৎপন্ন করে।

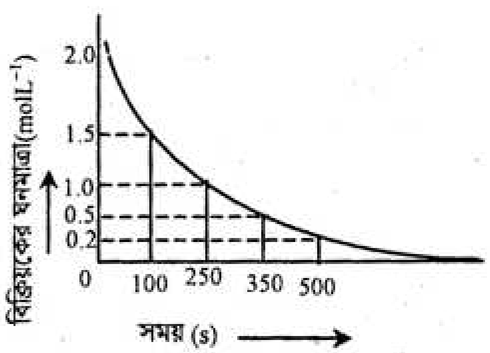
$$NaOH \rightleftharpoons Na^+ + OH^-$$
$$CH_3COO^- + Na \rightleftharpoons CH_3COONa$$

এভাবেই মৃদু এসিড, CH_3COOH এবং লবণ CH_3COONa এর বাফার দ্রবণটির pH উপরের সমীকরণটির সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

ঘ সৃজনশীল ৭ এর 'ঘ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪০

I.



II. $X_2Y_4(g) \rightleftharpoons 2XY_2(g); \Delta H = +54kJ$

[ব. বো. ২০১৭]

ক. অবস্থান্তর মৌল কী? ১

খ. জাল টাকা সনাক্তকরণে UV রশ্মির ব্যবহার ব্যাখ্যা করো। ২

গ. (I) নং উদ্দীপক অনুসারে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা $1.5\ mol\ L^{-1}$ হতে $0.5\ mol\ L^{-1}$ এ হ্রাস পেতে বিক্রিয়ার হার নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপক (II) এর বিক্রিয়াটি চাপ ও তাপমাত্রা দ্বারা প্রভাবিত হয়– ব্যাখ্যা করো। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব d-ব্লক মৌলের যৌগে সৃষ্ট আয়নের বহিঃস্থ d-অরবিটালের ইলেকট্রনীয় কাঠামো অপূর্ণ $(d^1 - d^9)$ থাকে সেসব d-ব্লক মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ কারেন্সি নোট এর নিরাপত্তার মূল রহস্য হলো অদৃশ্য UV রশ্মিতে ধরলে নোট এর কিছু অদৃশ্য point থেকে বর্ণিল আভা নির্গত হয়। এর কারণ হলো, কারেন্সি নোটগুলোতে ফ্লোরেসেন্ট ফসফোর কালিতে কিছু বিশেষ লেখা ও জলছাপ থাকে যা এমনিতে সাধারণভাবে দৃশ্যমান হয় না। তবে UV রশ্মিতে ধরলে এ ফ্লোরেসেন্স উচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অদৃশ্য UV রশ্মি শোষণ করে এবং নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে। তাই বিভিন্ন নোটের জন্য এ আলোক আভায় বিভিন্ন বর্ণ দেখা যায়। কিন্তু জাল টাকায় এ রাসায়নিক পদার্থ মিশ্রিত সুতা থাকে না। ফলে UV রশ্মিতে জাল টাকা ধরলে আসল টাকার মত সুনির্দিষ্ট বর্ণের আলোক আভা দেখা যায় না। এভাবেই UV রশ্মির সাহায্যে জাল টাকা শনাক্ত করা যায়।

গ এখানে, বিক্রিয়কের প্রারম্ভিক ঘনমাত্রা, $C_1 = 1.5\ mol\ L^{-1}$

বিক্রিয়কের পরবর্তী ঘনমাত্রা, $C_2 = 0.5\ mol\ L^{-1}$

C_1 ঘনমাত্রায় বিক্রিয়ার সময়, $t_1 = 100\ s$

C_2 ঘনমাত্রায় বিক্রিয়ার সময়, $t_2 = 350\ s$

$\therefore$ বিক্রিয়ার হার $= \frac{dC}{dt} = -\frac{C_2 - C_1}{t_2 - t_1}$

$= -\frac{(0.5 - 1.5)mol\ L^{-1}}{(350 - 100)s}$

$\therefore$ বিক্রিয়ার হার $= 4 \times 10^{-3}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$

সুতরাং, গণনানুসারে প্রাপ্ত বিক্রিয়ার হার $4 \times 10^{-3}\ mol\ L^{-1}s^{-1}$।

ঘ প্রদত্ত (ii) নং বিক্রিয়াটির ΔH এর মান ধনাত্মক এবং বিক্রিয়াটিতে উৎপাদের অণুর সংখ্যা বিক্রিয়ক হতে বেশি। সুতরাং বিক্রিয়াটি তাপহারী এবং আয়তন বৃদ্ধির মাধ্যমে সংগঠিত হয় ফলে আবদ্ধ পাত্রে চাপ বৃদ্ধি পায়। লা-শ্যাটেলিয়ারের নীতি অনুযায়ী, এই বিক্রিয়াটির সাম্যবস্থায় তাপ বৃদ্ধি বা হ্রাস করলে যথাক্রমে সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ এবং পশ্চাৎ বিক্রিয়ার গতিবেগ বৃদ্ধি পাবে। যেহেতু, বিক্রিয়াটিতে তাপ হ্রাস পায় তাই তাপ বৃদ্ধি করলে সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ বৃদ্ধি পেয়ে তাপ বৃদ্ধির ফলাফল প্রশমিত করবে। আবার তাপ হ্রাস করলে পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পেয়ে তাপ বৃদ্ধির ফলাফল প্রশমিত করবে।

অপরদিকে, বিক্রিয়াটিতে অণুর সংখ্যা বৃদ্ধি পায় তাই চাপ বৃদ্ধি পায় বলে বিক্রিয়ার চাপ কমালে সম্মুখ বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পাবে এবং চাপ বাড়ালে পশ্চাৎ বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পেয়ে চাপ পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত করবে।

অতএব, উপরোক্ত আলোচনা অনুসারে বলা যায় বিক্রিয়াটির উপর লা-শাতেলিয়ার নীতির যথেষ্ট প্রভাব রয়েছে। তাই লা-শাতেলিয়ার নীতির প্রেক্ষিতে বিক্রিয়াটি চাপ ও তাপমাত্রা দ্বারা প্রভাবিত হয়।

প্রশ্ন ▶ ৪১ (i) $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g) +$ তাপ

(ii) $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY(g) -$ তাপ

[ব. বো. ২০১৬]

ক. লা-শাতেলীয়রের নীতি কী? ১

খ. HNO_3 ও H_3PO_4- এর মধ্যে কোনটি শক্তিশালী এসিড এবং কেন? ২

গ. উদ্দীপকের (i)নং বিক্রিয়ার জন্য বিয়োজন মাত্রা সাপেক্ষে K_p- এর রাশিমালা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয়ের জন্য $\frac{1}{T}$ বনাম $\log K_p$- এর লেখচিত্র অংকন করে এর তাৎপর্য বিশ্লেষণ করো। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া সাম্যবস্থায় উপনীত হওয়ার পর যদি ঐ বিক্রিয়ার একটি নিয়ামক (তাপমাত্রা, চাপ, ঘনমাত্রা) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তিত হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

খ অক্সি এসিডসমূহের ক্ষেত্রে তীব্রতা কেন্দ্রীয় মৌলের জারণ সংখ্যার ওপর নির্ভর করে। HNO_3 এবং H_3PO_4 এর ক্ষেত্রে N এবং P এর জারণ মান +5। যেহেতু উভয়ের জারণ মান সমান কিন্তু N এর আকার ছোট হওয়ায় এর চার্জ ঘনত্ব বেশি হয়। তাই এক্ষেত্রে HNO_3, H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী এসিড হয়।

গ (i) নং বিক্রিয়াটি:

	$A_2(g)$ +	$3B_2(g)$ ⇌	$2AB_3(g)$ + তাপ
প্রাথমিক অবস্থায়	1 mol	3 mol	0 mol
সাম্যবস্থায়	$(1-x)$	$3(1-x)$	$2x$

মোট মোল সংখ্যা $= 1 - x + 3 - 3x + 2x = 4 - 2x$

বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক $K_p = \frac{(P_{AB_3})^2}{P_{A_2} \times (P_{B_2})^3}$

গ্যাস মিশ্রণটির মোট চাপ P হলে–

AB_3 এর আংশিক চাপ $P_{AB_3} = \frac{2x}{4-2x} \times P$

A_2 এর আংশিক চাপ $P_{A_2} = \frac{(1-x)}{4-2x} \times P$

B_2 এর আংশিক চাপ $P_{B_2} = \frac{3(1-x)}{(4-2x)} \times P$

$$K_P = \frac{\left(\frac{x}{2-x}P\right)^2}{\frac{(1-x)}{(4-2x)}P\left(\frac{3-3x}{4-2x}P\right)^3}$$

$$= \frac{16}{27}\frac{x^2(2-x)^2}{(1-x)^4 P^2}$$

সুতরাং উপরোক্ত গণনায় প্রাপ্ত বিক্রিয়াটির K_p এর রাশিমালা হলো $\frac{16x^2(2-x)^2}{27(1-x)^4 P^2}$ ।

ঘ প্রদত্ত বিক্রিয়া দুটি যথাক্রমে

i) $A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_2$ + তাপ

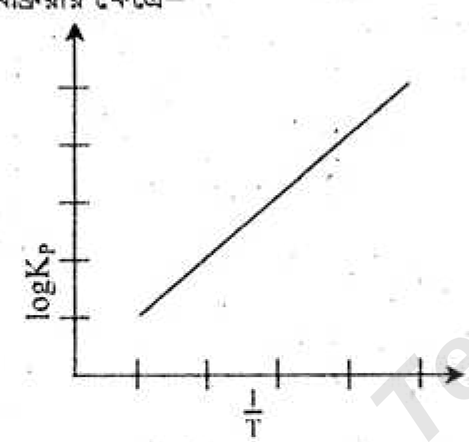
ii) $X_2 + Y_2 \rightleftharpoons 2XY$ – তাপ

বিক্রিয়া দুটির মধ্যে (i) নং তাপ উৎপাদী এবং (ii) নং তাপহারী বিক্রিয়া। উভমুখী বিক্রিয়ায় সাম্যবস্থায় সাম্যধ্রুবকের ওপর তাপমাত্রার নির্ভরশীলতা ভ্যান্ট হফের সমীকরণ দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়।

$$\log K_P = \frac{-\Delta H}{2.303R} \times \frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক}$$

[এখানে প্রতীক সমূহ সাধারণ অর্থজ্ঞাপক]

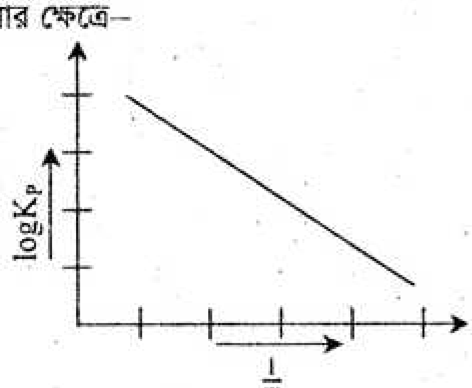
তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে–



চিত্র: তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ার লেখ।

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে T বৃদ্ধি পেলে $\frac{1}{T}$ হ্রাস পায় এবং $\log K_p$ এর মানও হ্রাস পায়। অর্থাৎ তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালে সাম্যধ্রুবকের মান হ্রাস এবং বিক্রিয়ার গতিবেগ হ্রাস পায়।

তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে–



চিত্র: তাপহারী বিক্রিয়ার লেখ।

তাপমাত্রা T বাড়ালে $\frac{1}{T}$ হ্রাস পায় এবং $\log K_p$ মান বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যধ্রুবকের মান এবং বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ▶৪২ রক্তরসে এসিড ও লবণের ঘনমাত্রার অনুপাত 0.05 এবং রক্তের pH 7.4। এক বিশেষ রাসায়নিক সিস্টেমের কারণে টক জাতীয় ফল যেমন লেবু এবং ক্ষারধর্মী বিভিন্ন অম্লনাশক ঔষধ সেবনের পরেও উক্ত pH মানের তেমন কোনো পরিবর্তন ঘটে না। *[ব. বো. ২০১৬]*

ক. অবস্থান্তর মৌল কী? ১

খ. দ্র[redacted] NH_4^+ আয়নকে কীভাবে সনাক্ত করা যায়? ২

গ. রক্ত[redacted]মান এসিডটির K_a-এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে রক্তের pH মান স্থির থাকার বিষয়টি বিশ্লেষণ করো। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল মৌলের সর্বঃবহিস্থ কক্ষপথে d অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা আংশিক পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ 1-2 mol মূল দ্রবণে অর্থাৎ অ্যামোনিয়াম লবণের দ্রবণে কয়েক ফোঁটা নেলসার দ্রবণ (K_2HgI_4 + KOH) যোগ করলে বাদামী বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে যা NH_4^+ আয়নের উপস্থিতি নিশ্চিত করে। সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপঃ

$NH_4Cl + NaOH \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O$

$K_2HgI_4 \rightarrow 2KI + HgI_2$

$2HgI_2 \rightleftharpoons Hg_2I_4$

$2NH_3 + Hg_2I_4 \rightarrow NH_4I + NH_2(HgI_3)$

বাদামী অধঃক্ষেপ

গ আমরা জানি,

$$pH = pK_a + \log\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{এসিড}]} \quad ...(i)$$

এখানে রক্তের pH = 7.4

এবং $\frac{[\text{এসিড}]}{[\text{লবণ}]} = 0.05$

(i) নং হতে পাই

$7.4 = pK_a - \log(0.05)$

$K_a = 1.99 \times 10^{-9}$

সুতরাং উপরোক্ত গণনা হতে প্রাপ্ত রক্তরসের K_a এর মান হলো 1.99×10^{-9}।

ঘ প্রশ্নে রক্তের বাফার ক্রিয়ার কথা বলা হয়েছে। মানুষের রক্তের pH 7.4। তাই রক্ত ক্ষারীয় বাফার হিসেবে ক্রিয়া করে।

রক্তে ফসফেট (PO_4^{3-}), বাইকার্বনেট (HCO_3^-) আয়ন এবং প্রোটিন বাফার ক্রিয়ায় অংশ নেয়।

রক্তে বাইকার্বনেট কার্বনিক এসিড বাফার বিদ্যমান। আমরা যখন টক জাতীয় ফল খাই অর্থাৎ কোনো এসিড দ্রবণ শোষিত হলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া অনুসারে ঐ এসিডটি প্রশমিত হয়।

$H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3$। উৎপন্ন দুর্বল কার্বনিক এসিড বিয়োজিত হয়ে CO_2 এবং H_2O উৎপন্ন করে। এভাবে উৎপন্ন CO_2 ফুসফুসের মাধ্যমে নির্গত হয়। আবার যখন অম্লনাশক ঔষধ সেবন করা হয় তখন তা নিম্নোক্তভাবে প্রশমিত হয়।

$OH^- + H_2CO_3 \longrightarrow HCO_3^- + H_2O$

$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$

$OH^- + H^+ \rightarrow$; $OH^- + H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H_2O$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, এসিড এবং ক্ষার যাই-ই গ্রহণ করা হোক না কেন রক্তের কার্বনিক এসিড বাফার সিস্টেম হিসেবে কাজ করবে। এভাবে বাফার ক্রিয়ার মাধ্যমে রক্তের pH স্থির থাকে।

প্রশ্ন ▶ ৪৩ $X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY(g)$

বিক্রিয়াটি 21L আয়তনের একটি পাত্রে, 1atm চাপে সম্পন্ন করা হলো। /ব. বো. ২০১৫/

ক. গ্রিন কেমিস্ট্রি কী? ১

খ. সমসত্ত্ব প্রভাবনের কৌশল ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের উল্লেখিত বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক X ও Y উভয়ের প্রাথমিক ঘনমাত্রা 2 মোল এবং সাম্যাবস্থায় 3.12 মোল উৎপাদন উৎপন্ন হলে Kp ও Kc এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত বিক্রিয়াটি 1.5 গুণ চাপে সম্পন্ন করলে সাম্য ধ্রুবক Kp এর মানের কী পরিবর্তন হবে— ব্যাখ্যা করো এবং উদ্দীপকে কিছু পরিমাণ Y_2 যোগ করলে সাম্যাস্থার কী পরিবর্তন ঘটবে? ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্রিন কেমিস্ট্রি হলো রসায়নের একটি শাখা, যেখানে কম পরিবেশ দূষণ করে এমন সব প্রক্রিয়া ও উৎপাদন পদ্ধতি নিয়ে অধ্যয়ন ও গবেষণা করা হয়।

খ সমসত্ত্ব প্রভাবনের ক্ষেত্রে প্রভাবকসহ বিক্রিয়ার সব পদার্থ একই দশায় থাকে।

এই তত্ত্ব অনুসারে অনুঘটক বিকারক পদার্থগুলোর মধ্যে একটির সজো যুক্ত হয়ে মধ্যবর্তী যৌগ গঠন করে। মধ্যবর্তী যৌগটি অস্থায়ী হওয়ায় সেটি অপর বিকারক পদার্থের সজো যুক্ত হয়ে বিক্রিয়াজাত পদার্থ উৎপন্ন করে।

উদাহরণ : SO_2 এবং O_2 এর সংযোগে SO_3 গঠন একটি ধীর গতির বিক্রিয়া। কিন্তু NO অনুঘটকের উপস্থিতিতে বিক্রিয়াটি দ্রুত গতিতে ঘটে।

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{NO(g)} 2SO_3(g)$$

এই বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিকারক পদার্থগুলির মধ্যে একটির সজো যুক্ত হয়ে মধ্যবর্তী যৌগ NO_2 উৎপন্ন করে। এই মধ্যবর্তী NO_2 যৌগ তখন SO_2 এর সজো বিক্রিয়া করে SO_3 উৎপন্ন করে এবং NO পুনরুদ্ধার হয়।

(1) $NO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow NO_2$ (দ্রুত) (2) $NO_2 + SO_2 \longrightarrow SO_3 + NO$ (দ্রুত)

গ প্রশ্ন মতে,

$X_2(g) + Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY(g)$

X_2 এর প্রাথমিক পরিমাণ = 2.0mol

Y_2 " " " = 2.0mol

XY এর সাম্যাবস্থায় পরিমাণ = 3.12 mol

সাম্যাবস্থায় X_2 এর পরিমাণ $= 2 - \frac{3.12}{2} = 0.44$ mol

" Y_2 " " $= 2 - \frac{3.12}{2} = 0.44$ mol

এখানে, পাত্রের আয়তন V = 21L

$\therefore$ সাম্যধ্রুবক, $K_c = \frac{[XY]^2}{[X_2]\,[Y_2]}$

$$= \frac{\left(\frac{3.12}{21}\right)^2}{\left(\frac{0.44}{21}\right)\left(\frac{0.44}{21}\right)}$$

$= 50.28$

এখানে,

মোল সংখ্যার পরিবর্তন, $\Delta n = 0$

আমরা জানি, $K_p = K_c\ (RT)^{\Delta n}$

$= K_c\,(RT)^0$

$= 50.28$

সুতরাং $K_c = K_p = 50.28$

ঘ এখানে,

সাম্যাবস্থা X_2 এর মোল সংখ্যা = 0.44 mol

" Y_2 " " " = 0.44mol

" XY " " " = 3.12mol

$\therefore$ মোট মোল সংখ্যা : 0.44 + 0.44 + 3.12 = 4 mol

পরিবর্তিত চাপ = 1 + 1.5 = 2.5 atm

$\therefore X_2$ এর আংশিক চাপ, $P_{X_2} = \frac{0.44}{4} \times 2.5 = 0.275$atm

$\therefore Y_2$ এর আংশিক চাপ, $P_{Y_2} = \frac{0.44}{4} \times 2.5 = 0.275$ atm

$\therefore$ XY " " " $P_{XY} = \frac{3.12}{4} \times 2.5 = 1.95$ atm

$$\therefore K_p = \frac{P_{XY}^{\ 2}}{P_{X_2} \cdot P_{Y_2}} = \frac{(1.95)^2}{0.275 \times 0.275} = 50.28$$

সুতরাং এখানে দেখা যাচ্ছে যে, বিক্রিয়ার চাপ 1.5 গুণ করার পরও K_p এর মান অপরিবর্তিত থাকে। যেহেতু বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মোল সংখ্যা একই অর্থাৎ মোল সংখ্যার কোন পরিবর্তন হয় নাই সেহেতু বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় চাপ বৃদ্ধির ফলাফল সমানভাবে প্রশমিত হবে।

আবার এই বিক্রিয়ায় Y_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি করলেও সাম্যাবস্থার মান একই থাকবে। কারণ বিক্রিয়াস্থলে অতিরিক্ত পরিমাণ Y_2 এর সাথে বিক্রিয়া করার জন্য পর্যাপ্ত পরিমাণ X_2 বিক্রিয়া স্থলে নাই।

প্রশ্ন ▶ ৪৪

0.2M CH_3COOH 25mL	+	0.2M NaOH 20mL	⟶	I ও II নং পাত্রের দ্রবণের মিশ্রণ $K_a = 10^{-5}$
I		II		III

/ব. বো. ২০১৫/

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১

খ. ক্ষারীয় প্রকৃতির বাফার দ্রবণ কীভাবে প্রস্তুত করবে? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত III নং পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের উল্লেখিত I নং পাত্রে প্রদত্ত এসিডের পরিবর্তে HCl বা HF ব্যবহার করলে, III নং পাত্রে প্রশমন তাপের কি কি পরিবর্তন হবে কারণ উল্লেখসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যেসব দ্রবণে সামান্য পরিমাণে এসিড অথবা ক্ষার যোগ করা হলেও pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না সেসব দ্রবণকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ মৃদু ক্ষারক এবং তীব্র এসিডের সজো উক্ত মৃদু ক্ষারকের লবণের মিশ্রণের জলীয় দ্রবণ হলো ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ। কোনো জলীয় দ্রবণে মৃদু ক্ষারক NH_4OH এর সজো NH_4Cl লবণ মিশ্রিত করে ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। এ বাফারটির জলীয় দ্রবণে NH_4OH উভমুখীভাবে বিয়োজিত হয়।

$NH_4OH\,(aq) \rightleftharpoons NH_4^+\,(aq) + OH^-\,(aq)$

$\therefore$ ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক, $K_b = \frac{[NH_4^+]\,[OH^-]}{[NH_4OH]}$

গ প্রদত্ত III নং পাত্রে CH_3COOH এর সাথে NaOH দ্রবণ যোগ করলে 20mL 0.2M NaOH দ্রবণ দ্বারা 20mL 0.2M CH_3COOH প্রশমিত হবে।

$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$

$\therefore$ সোডিয়াম ইথানয়েট উৎপন্ন হয় = 20 mL 0.2 M

এবং CH_3COOH অবশিষ্ট থাকে = 25 – 20 = 5mL

এখন, CH_3COOH এর আয়তন, V_1 = 5mL

" " ঘনমাত্রা, S_1 = 0.2M

" " পরিবর্তিত আয়তন, V_2 = 20mL

" " " ঘনমাত্রা, S_2 = ?

আমরা জানি, $S_1V_1 = S_2V_2$

বা, $S_2 = \frac{5 \times 0.2}{20}$

$\therefore$ $S_2 = 0.05$ M

আবার [redacted] হেন্ডারসন সমীকরণ অনুসারে বাফার দ্রবণে,

$pH = pK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

$= -\log[K_a] + \log\frac{0.2}{0.05}$

$= -\log(10^{-5}) + \log\frac{0.2}{0.05}$

$= 5 + 0.602 = 5.602$

সুতরাং উপরোক্ত গণনা হতে প্রাপ্ত [redacted] পাত্রের দ্রবণের pH হলো 5.602।

ঘ উদ্দীপকের I নং পাত্রে HCl বা HF ব্যবহার করা হল যা একটি শক্তিশালী এসিড। একটি শক্তিশালী এসিড ও একটি শক্তিশালী ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান প্রায় স্থির থাকে যার মান প্রায় – 57.32kJ হয়।

$NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l); \Delta H^0 = -57.24kJ$

অন্যদিকে HCl এর পরিবর্তে এসিডটি যদি দুর্বল হয় অথবা এসিড ও ক্ষার দুইটিই যদি দুর্বল হয় তবে প্রশমন তাপের মান স্থির থাকে না।

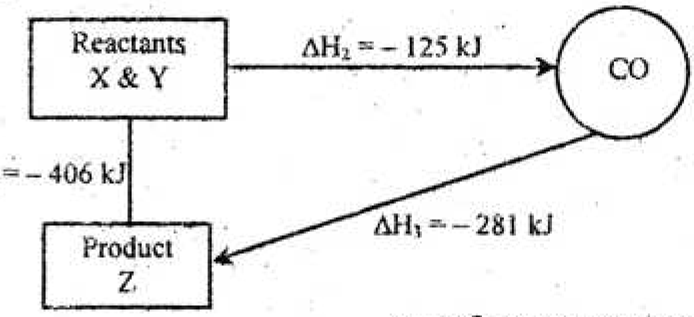
$CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l); \Delta H = -55.2kJ$

সুতরাং, 57.32kJ থেকে প্রশমন তাপ কত হবে তা অম্ল ও ক্ষারের শক্তিমাত্রার উপর নির্ভর করে। I নং পাত্রে যদি HF রাখা হয় তবে প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে অনেক বেশি হয়ে যায়। যেমন-

$HF(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaF(aq) + H_2O(l); \Delta H^\circ = -68.6kJ$

অম্ল ক্ষারক প্রশমন বিক্রিয়া একটি সম্পূর্ণ আয়নিক বিক্রিয়া। প্রশমন বিক্রিয়ায় H^+ ও OH^- এর মধ্যে সংযোগ হয়ে H_2O উৎপন্ন হয়। সুতরাং সকল ক্ষেত্রে সমান পরিমাণ শক্তি নির্গত হবার কথা। তাই সকল তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের মধ্যে প্রশমন বিক্রিয়ায় তাপের মান স্থির থাকে। কিন্তু দুর্বল এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে কমে যায়। কারণ দুর্বল এসিড জলীয় দ্রবণে শতভাগ আয়নিত হয় না। অন্যদিকে HF(aq) ও NaOH এর প্রশমনের ক্ষেত্রে HF দুর্বল হওয়া সত্ত্বেও স্থির তাপের চেয়ে এখানে কিছু পরিমাণ বেশি তাপ উৎপন্ন হয়। কারণ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন NaF পানিতে দ্রবীভূত হয়ে Na^+ ও F^- আয়ন উৎপন্ন করে। F^- আয়নের চার্জ ঘনত্ব বেশি হওয়ায় F^- এর সাথে দ্রাবক পানি তুলনামূলকভাবে কিছুটা বেশি দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয় ফলে বেশি তাপশক্তি নির্গত হয়। ফলে HF এর ক্ষেত্রে প্রশমন তাপের মান অন্যান্য বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপশক্তি থেকে বেশি (প্রায় 68 kJ/mol) হয়।

প্রশ্ন ▶ ৪৫



[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. লিগ্যান্ড কী? ১

খ. পাই বন্ধনের দুটো বৈশিষ্ট্য লিখো। ২

গ. যৌগ Z এর ক্ষতিকর প্রভাব আলোচনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকটি হেসের সূত্র মানে কীনা কারণসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

খ I অণু গঠন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী দুই পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থানরত দুটি যোজনী অরবিটালের পাশাপাশি অধিক্রমনের ফলে পাই বন্ধন গঠিত হয়। II পাই বন্ধন সিগমা বন্ধন অপেক্ষা দুর্বল বন্ধন।

গ উদ্দীপ[redacted] Z গ্যাসটি হলো CO_2 গ্যাস। এর ক্ষতিকর প্রভাব নিম্নরূপ।

গ্রিন হাউস [redacted]তে কার্বন ডাইঅক্সাইডের ভূমিকা সবচেয়ে বেশি (প্রায় 50%)। বায়ুমণ্ডলে CO_2 এর উপস্থিতিতে একান্ত প্রয়োজন, কারণ CO_2 ছাড়া উদ্ভিদের পক্ষে সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় শর্করা জাতীয় খাবার উৎপাদন সম্ভব নয়। উদ্ভিদ এ প্রক্রিয়ায় CO_2 গ্রহণ করে H_2O এর সাথে সূর্যালোক ও ক্লোরোফিলের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া করে শর্করা ও O_2 উৎপন্ন করে এবং বায়ুতে O_2 ছেড়ে দেয়। আর সকল প্রাণীকুল O_2 গ্রহণ করে শ্বসন প্রক্রিয়া সুসম্পন্ন করে বায়ুমণ্ডলে CO_2 ছেড়ে দেয়। এভাবেই বায়ুমণ্ডলে CO_2 এবং O_2 এর ভারসাম্য রক্ষা হয়। কিন্তু নানাবিধ কারণে বায়ুমণ্ডলে CO_2 এর আণুপাতিক পরিমাণ বেড়ে যাচ্ছে, কারণ কলকারখানা ও শিল্পে ও মটরগাড়ী প্রভৃতিতে ব্যাপক পরিমাণ ফসিল জ্বালানি ব্যবহারের ফলে, প্রাকৃতিক কারণেও বায়ুমণ্ডলে CO_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পাচ্ছে। যেমন– বনভূমিতে আগুন ও আগ্নেয়গিরির অগ্নিপাতের সময় প্রচুর পরিমাণ CO_2 বায়ুতে যুক্ত হয়। ফলে যে পরিমাণ CO_2 উৎপন্ন হচ্ছে বনভূমি হ্রাস পাওয়ায় সে পরিমাণ CO_2 সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হচ্ছে না। এভাবে CO_2 উৎপন্ন হচ্ছে বনভূমি হ্রাস পাওয়ায় সে পরিমাণ CO_2 সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত হচ্ছে না। এভাবে CO_2 বৃদ্ধির পরিমাণ (বছরে 0.4%) অব্যাহত থাকলে আগামী একশতকের মধ্যে CO_2 এর পরিমাণ বায়ুমণ্ডলে দ্বিগুণ হবে এবং পৃথিবীর তাপমাত্রা প্রায় 3.8°C বৃদ্ধি পাবে, যা পৃথিবীর প্রাকৃতিক ভারসাম্যের জন্য হুমকিস্বরূপ হবে। একেই বৈশ্বিক উষ্ণতা বা গ্লোবাল উষ্ণায়ন বলে।

CO_2 বৃষ্টির পানির (H_2O) সাথে মিলিত হয়ে এসিড বৃষ্টি তৈরি করে যা পরিবেশের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \text{ (এসিড বৃষ্টি)}$$

ঘ উদ্দীপকের X ও Y বিক্রিয়কের দহনে কার্বন মনোঅক্সাইড উৎপন্ন হয়েছে। সুতরাং X ও Y যথাক্রমে কার্বন ও অক্সিজেন এবং Z উৎপাদক হলো কার্বন ডাই অক্সাইড। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ–

i. $C + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\quad \Delta H_1 = -406$ kJ/mol

ii. $C + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO$ $\quad \Delta H_2 = -123$ kJ/mol

iii. $CO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO$ $\quad \Delta H_3 = -281$ kJ/mol

১ম বিক্রিয়াটিতে কার্বন ও অক্সিজেন মিলিতভাবে একটি মাত্র ধাপের মাধ্যমে CO_2 গ্যাস উৎপন্ন করেছে। (ii) নং ও (iii)নং বিক্রিয়াদ্বয় মিলিতভাবে ভিন্ন একটি পদ্ধতিতে আবার CO_2 গ্যাস উৎপন্ন করেছে। এখন (ii)নং ও (iii) নং যোগ করি।

$C + \frac{1}{2}O_2 + CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + CO_2 \quad \Delta H_2 + \Delta H_3$

$= (-123 - 281)kJ$

$= -406$ kJ/mol

iv. $C + O_2 \longrightarrow CO_2$ $\quad \Delta H_1 + \Delta H_3 = -406$ kJ/mol

(i) নং ও (iv)নং থেকে পাই,

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

অর্থাৎ প্রারম্ভিক ও শেষধাপ একই থাকলে একটি বিক্রিয়া একটি ধাপে সংঘটিত হউক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত হউক না কেন প্রত্যেক ক্ষেত্রেই এনথালপির পরিবর্তন সমান থাকে। এটিই হেসের সূত্র। অতএব উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হেসের সূত্র মানে।

প্রশ্ন ▶ ৪৬ অ্যাসিটিক এসিড এবং সোডিয়াম এসিটেটের দ্রবণ বাফার দ্রবণ হিসেবে কাজ করে। *[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]*

ক. কলয়েড কী? ১

খ. সক্রিয়ন শক্তি বলতে কী বুঝো? ২

গ. উদ্দীপকের যৌগগুলির তড়িৎ বিশ্লেষ্য আচরণের তুলনা কর। ৩

ঘ. দ্রবণটির বাফার কৌশল ব্যাখ্যা কর। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ (কঠিন তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে 10^{-7} থেকে 10^{-5} cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে দ্বি-দশাবিশিষ্ট স্থায়ী অসমসত্ত্ব সিস্টেম উৎপন্ন করে, তাকে কলয়েড বলে।

খ ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

যে বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি বেশি তার গতির হার কম হবে। আবার যে বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি কম তার গতির হার বেশি হবে। কেননা, সক্রিয়ন শক্তি বেশি হলে একটি অণুর পক্ষে সে পরিমাণ শক্তি সংগ্রহ করে দ্রুত বিক্রিয়া সম্পন্ন করা কষ্টকর হয়ে পড়ে। অপরদিকে, সক্রিয়ন শক্তি কম হলে একই সময়ে অনেক বেশি সংখ্যক অণু প্রয়োজনীয় শক্তি সম্পন্ন না হয়েও বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে পারে। ফলে বিক্রিয়ার হারও বেড়ে যায়। এভাবেই সক্রিয়ন শক্তি বিক্রিয়ার হারকে প্রভাবিত করে।

গ অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) একটি দুর্বল এসিড। ফলে, জলীয় দ্রবণে মাত্র 15% পর্যন্ত বিয়োজিত হয় এবং CH_3COO^- ও H^+ আয়ন উৎপন্ন করে। উৎপন্ন CH_2COO^- ও H^+ এর পরিমাণ খুবই কম হওয়ায় অ্যাসিটিক এসিড দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ।

$$CH_3COOH \underset{\text{বিয়োজিত}}{\overset{\text{আংশিক}}{\rightleftharpoons}} CH_3COO^- + H^+$$

আমরা জানি, দুর্বল এসিডের লবণসমূহ শক্তিশালী হয়। সোডিয়াম অ্যাসিটেড অ্যাসিটিক এসিডের একটি শক্তিশালী লবণ যা জলীয় দ্রবণে 100% আয়নিক হয়ে সর্বাধিক পরিমাণে CH_3COO^- ও Na^+ উৎপন্ন করে। এজন্য এটি শক্তিশালী তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ।

$$CH_3COONa \underset{\text{বিয়োজিত}}{\xrightarrow{100\%}} CH_3COO^- + Na^+$$

ঘ প্রস্তুতকৃত বাফার দ্রবণে উপাদানদ্বয় নিম্নরূপে বিয়োজিত হচ্ছে–

$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$

(মৃদু এসিড, তাই সামান্য বিয়োজিত হয়)

$CH_3COONa(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq)$

(আয়নিক লবণ, তাই সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়)

১. **বহিরাগত H^+ আয়ন অপসারণ:** সামান্য পরিমাণ এসিড অর্থাৎ H^+ আয়ন বাফার দ্রবণে যোগ করা হলে প্রদত্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান CH_3COO^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে নিম্নরূপে মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য CH_3COOH উৎপন্ন করে।

$H^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \rightarrow CH_3COOH(aq)$

এসিটিক এসিড মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য হওয়ায় সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়। তাই ঐ বাফার দ্রবণে প্রদত্ত অম্ল দ্বারা H^+ আয়নের ঘনমাত্রা বাড়ে না। অর্থাৎ pH এর মান অপরিবর্তিত থাকে।

২. **বহিরাগত OH^- আয়নের অপসারণ:** সামান্য পরিমাণে ক্ষারক অর্থাৎ OH^- আয়ন এই বাফার দ্রবণে যোগ করলে অতিরিক্ত OH^- আয়ন দ্রবণে উপস্থিত H^+ আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে H_2O উৎপন্ন করে। ফলে দ্রবণে মোট OH^+ আয়নে ঘনমাত্রা স্থির থাকে। তাই এসিটিক এসিডের সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে গিয়ে H^+ আয়ন তৈরি করে বিক্রিয়ারত H^+ আয়নের অভাব পূর্ণ করে।

$OH^-(aq) + H^+(aq) \longrightarrow H_2O(l)$

$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$

অতএব দেখা যায় যে, বাফার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ অম্ল বা ক্ষারক যে কোনো একটি যৌগ যোগ করে তা বাফার দ্রবণের উপাদানের আন্তঃক্রিয়ার ফলে অপসারিত হয় এবং কোনো ক্ষেত্রেই H^+ আয়নের ঘনমাত্রা তথা pH-এর বিশেষ পরিবর্তন হয় না।

প্রশ্ন ▶ ৪৭

$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O, \Delta H_1 = -57.3$ kJ/mol

$HF + NaOH \longrightarrow NaF + H_2O, \Delta H_2 = -63.5$ kJ/mol

[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. এনথালপির পরিবর্তন কী? ১

খ. বিকিরণ এবং আলোর পার্থক্য কী? ২

গ. উপরের বিক্রিয়াগুলি তাপোৎপাদী কেন ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. ΔH_1 এবং ΔH_2 এর মান সমান নয় কেন তা যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিক্রিয়ক ও উৎপাদের বন্ধন শক্তির পার্থক্যকে এনথালপির পরিবর্তন বলে।

খ নিম্নে বিকিরণ ও আলোর মধ্যে পার্থক্য দেওয়া হলো–

আলো	বিকিরণ
অতিবেগুনি অঞ্চল থেকে শুরু করে অবলোহিত অঞ্চল পর্যন্ত তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণকে আলো বলা হয়। আলো মূলত মাঝামাঝি শক্তির একটি বিকিরণ।	রেডিও তরঙ্গ থেকে শুরু করে গামা রশ্মি পর্যন্ত তড়িৎ চৌম্বকীয় শক্তিকে বিকিরণ বলে। আলো ছাড়া অতি উচ্চ ও অতি নিম্ন শক্তিই হলো বিকিরণ।
এর মধ্যে UV, visible ও IR অঞ্চল অন্তর্ভুক্ত। আলো মূলত বিকিরণের একটি রূপ।	এর মধ্যে X-ray, গামা রশ্মি, মাইক্রোওয়েভ রশ্মি রেডিও তরঙ্গ ইত্যাদি অন্তর্ভুক্ত।

গ যেসব বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয়, তাদেরকে তাপোৎপাদী বিক্রিয়া বলে।

এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় H^+ ও OH^- মিলিতভাবে পানি উৎপন্নকালে তাপশক্তি নির্গত হয় এবং তাপ উৎপন্ন শক্তির মান 57.5 kJ এর মতো হয়।

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$HCl + NaOH \longrightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$

এই বিক্রিয়ার জন্য

$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O; \quad \Delta H = -57.3$ kJ/mol

আবার,

$HF \xrightarrow{H_2O} H^+ + F^-$

$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$

$HF + NaOH \longrightarrow Na^+ + F^- + H_2O \ \Delta H = -63.5$ kJ/mol

উভয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের বন্ধন ভাঙাতে যে পরিমাণ শক্তি প্রয়োজন হয়েছে এর চেয়ে বেশি পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়েছে। উভয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেই নির্গত শক্তির পরিমাণ নির্ভর করেছে H^+ ও OH^- মিলিতভাবে H_2O উৎপন্ন হওয়ার উপর। এজন্যই বিক্রিয়া দ্বয়ের ক্ষেত্রে ΔH এর মান ঋণাত্মক, তাই উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয় তাপোৎপাদী বিক্রিয়া।

ঘ উদ্দীপকের বিক্রিয়া দুইটির প্রশমন তাপের মান ΔH_1 ও ΔH_2 সমান না হওয়ার কারণ নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো–

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O; \Delta H = -57.24$ kJ/mol

$NF + NaOH \rightarrow NaF + H_2O; \Delta H = -68.6$ kJ/mol

জানা আছে, সকল তীব্র এসিড ও সকল তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপ ধ্রুবক হয় এবং এ তাপের মান $-57.34\ kJ\ mol^{-1}$। এর কারণ হলো সকল তীব্র ক্ষার ও তীব্র এসিডের মধ্যে প্রকৃতপক্ষে অভিন্ন বিক্রিয়ার মাধ্যমে পানি উৎপন্ন হয়। এজন্য HCl ও NaOH এর বিক্রিয়ায় প্রশমন তাপ স্থির হয়।

তীব্র এসিড HF ও তীব্র ক্ষার NaOH এর প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে কিছুটা বেশি হয়।

$$HF(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow H^+(aq) + F^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$\longrightarrow (Na^+(aq) + F^-(aq)) + H_2O(l)$$

HF ও NaOH এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ NaF পানিতে আয়নিত অবস্থায় থাকে। F^- আয়নের আকার বেশ ছোট, এতে চার্জের ঘনত্ব অন্যান্য আয়নের তুলনায় অপেক্ষাকৃত বেশি হওয়ায় F^- আয়নের সাথে দ্রাবক পানি অপেক্ষাকৃত বেশি দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। ফলে তাপশক্তি নির্গত হয়। এখানে F^- আয়নের সাথে H_2O অণু নতুন বন্ধনের সৃষ্টি করে। আর বন্ধনের সৃষ্টি হলেই তাপ নির্গত হয়। এ মান 11.26 kJ বৃদ্ধি পেয়ে প্রশমন তাপের মান দাঁড়ায়– $68.6\ kJ\ mol^{-1}$।

প্রশ্ন ▶ ৪৮ (i) $A_2B_4(g) \leftrightarrow 2AB_2(g)$

কক্ষ তাপমাত্রায় A_2B_4 এর বিয়োজনে মাত্রা হলো 10% এবং চাপ 1.5 atm. *[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]*

ক. গ্রীণ কেমিস্ট্রি কী? ১

খ. HNO_3 ও H_3PO_4 এর মধ্যে কোনটি বেশি অম্লীয় এবং কেন? ২

গ. উদ্দীপকের আলোকে Kp এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. যদি চাপ দ্বিগুণ করা হয়, তাহলে বিয়োজন মাত্রার পরিবর্তন হবে কী? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ আমরা জানি, অক্সি এসিডসমূহের ক্ষেত্রে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যত বেশি তার তীব্রতাও ততো বেশি হয়। আবার ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান হলে যে পরমাণুর আকার ছোট তার তীব্রতা বেশি হয়।

$$\overset{+5}{HNO_3} \quad \overset{+5}{H_3PO_4}$$

HNO_3 ও H_3PO_4 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান। কিন্তু নাইট্রোজেনের আকার ফসফরাস অপেক্ষা ছোট বিধায় এতে চার্জ ঘনত্ব বেশি। তাই স্বভাবতই HNO_3 এর তীব্রতা H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক হয়।

গ উদ্দীপকে রাসায়নিক বিক্রিয়া–

$$A_2B_4 \rightleftharpoons 2AB_2$$

এখানে, বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = 10\% = 0.1$

চাপ, $P = 1.5$ atm

বিক্রিয়াটির জন্য $Kp = \frac{4\alpha^2 p}{1-\alpha^2}$

$$= \frac{4 \times (0.10)^2 \times 1.5}{1-(0.1)^2}$$
$$= \frac{4 \times 0.01 \times 1.5}{1-0.01}$$
$$= 0.606 \text{ atm}$$

$\therefore$ বিক্রিয়াটির $Kp = 0.606$ atm

ঘ উভমুখী বিক্রিয়ায় সাম্যধ্রুবক Kp এর মান চাপের উপর নির্ভরশীল নয়, তাই চাপ পরিবর্তন তথা দ্বিগুণ করলে সাম্যধ্রুবকের মান একই থাকবে।

এখানে, চাপ, $p = 1.5 \times 2$ atm

সাম্যধ্রুবক, $Kp = 0.606$ atm (গ হতে প্রাপ্ত)

বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = ?$

বিক্রিয়াটির $Kp = \frac{4\alpha^2 p}{1-\alpha^2}$

বা, $0.606 = \frac{4 \times \alpha^2 p}{1-\alpha^2}$

বা, $12\alpha^2 = 0.606 - 0.606\alpha^2$

বা, $12.606\alpha^2 = 0.606$

বা, $\alpha^2 = \frac{0.606}{12.606}$

বা, $\alpha = \sqrt{\frac{0.606}{12.606}}$

$= 0.219$

সুতরাং চাপ দ্বিগুণ করায় বিয়োজন মাত্রা দ্বিগুণ হয়েছে।

প্রশ্ন ▶ ৪৯ $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$

[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. পানির আয়নিক গুণফল কী? ১

খ. লা-শাটেলিয়ার নীতি উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার অনুঘটকের ভূমিকা ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. অনুঘটক রাসায়নিক বিক্রিয়া প্রভাবিত বা বিলম্বিত করতে পারে– ব্যাখ্যা কর। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পানিতে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এবং হাইড্রোক্সাইড (OH^-) আয়নের মোলার ঘনমাত্রার গুণফলকে পানির আয়নিক গুণফল বলে।

খ লা শাতেলীয়ার নীতি– "কোন সিস্টেম একটি নির্দিষ্ট অবস্থার অধীনে সাম্যাবস্থায় থাকলে যদি ঐ অবস্থায় উপর কোনো নিয়ামক (চাপ, তাপমাত্রা ও ঘনমাত্রা) প্রয়োগ করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তিত হবে যেন ঐ নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।"

সাধারণত তিনটি উপায়ে সাম্যাবস্থার ঘটানো যায় —

i. বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ঘনমাত্রা পরিবর্তন করে

ii. চাপ বা আয়তনের পরিবর্তন করে

iii. তাপমাত্রা পরিবর্তন করে

গ উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি উভমুখী তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া। উভমুখী বিক্রিয়ায় অনুঘটকের উপস্থিতি সম্মুখ ও বিপরীত উভয় বিক্রিয়াকে সমানভাবে প্রভাবিত করে বলে রাসায়নিক সাম্যাবস্থার কোনো পরিবর্তন ঘটায় না। এজন্য বিক্রিয়াটিতে অনুঘটক সাম্যাবস্থার কোনো পরিবর্তন করতে পারে না। কিন্তু বিক্রিয়াটিতে যদি অনুঘটক ব্যবহার করা হয় তবে তা বিক্রিয়ার বেগ বৃদ্ধি করে দ্রুত সাম্যাবস্থা অর্জনে সহায়তা করে। ফলে NH_3 উৎপাদনে সময় কম লাগে। দেখা গেছে আয়রণ চূর্ণকে প্রভাবকরূপে ব্যবহার করলে 550°C তাপমাত্রায় বিক্রিয়াটি দ্রুত সম্পন্ন হয়।

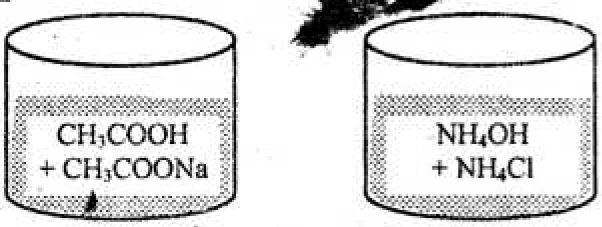
ঘ যে বস্তু কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের সংস্পর্শ থেকে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি বা হ্রাস করে কিন্তু বিক্রিয়া শেষে ভর ও সংযুক্তিতে অপরিবর্তিত থাকে তাকে ঐ বিক্রিয়ার প্রভাবক বলে। যে বস্তু রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করে, তাকে ধনাত্মক প্রভাবক এবং যে বস্তু রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি হ্রাস করে তাকে ঋণাত্মক প্রভাবক বলে। যেমন ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড মিশ্রিত পটাসিয়াম ক্লোরেটকে উত্তপ্ত

করলে দ্রুত হারে অক্সিজেন নির্গত হয়। কিন্তু বিক্রিয়া শেষে MnO_2 এর কোনো পরিবর্তন হয় না। MnO_2 ছাড়া একই তাপমাত্রা বিক্রিয়া অনেক ধীর হয়। সুতরাং এক্ষেত্রে MnO_2 বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি অর্থাৎ ধনাত্মক প্রভাবক হিসেবে কাজ করে।

$$2KClO_3 \xrightarrow[\text{দ্রুত বিক্রিয়া}]{MnO_2} 2KCl + 3O_2$$

অর্থাৎ অনুঘটক বা প্রভাবক রাসায়নিক বিক্রিয়া প্রভাবিত বা বিলম্বিত করতে পারে।

প্রশ্ন ▶ ৫০



চিত্র-I চিত্র-II

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১

খ. হেসের তাপসমষ্টিকরণ সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২

গ. (i) নং বিক্রিয়ার জন pH সমীকরণটি প্রতিপাদ করো। ৩

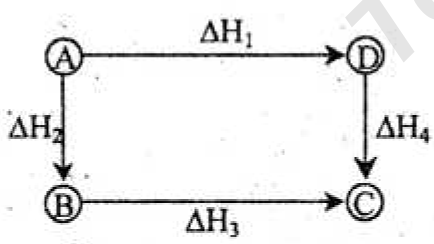
ঘ. (i) ও (ii) নং চিত্রের জন্য অম্ল-ক্ষার বিক্রিয়া কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ যদি প্রারম্ভিক অবস্থা ও শেষ অবস্থা স্থির থাকে তবে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া দুই বা ততোধিক উপায়ে এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রেই বিক্রিয়া এনথালপি বা বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

ধরি, একটি প্রক্রিয়ায় A থেকে সরাসরি D উৎপন্ন করা হলো এবং এই প্রক্রিয়ায় এনথালপির পরিবর্তন = ΔH_1। আবার আরও একটি প্রক্রিয়ায় প্রথমে A থেকে B এবং এরপর B থেকে C এবং এরপর C থেকে D উৎপন্ন করা হলো। যদি এই তিন ধাপে এনথালপির পরিবর্তন যথাক্রমে ΔH_2, ΔH_3 ও ΔH_4 হয়, তবে হেসের সূত্রানুযায়ী হবে, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$



চিত্র: হেসের সূত্রের ব্যাখ্যা

গ ১০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ উদ্দীপকের (i) নং পাত্রটিতে বিদ্যমান যৌগ দুটি একত্রে অম্লীয় বাফার দ্রবণ এবং ২য় পাত্রের দ্রবণ ক্ষারীয় বাফার হিসেবে কাজ করে।

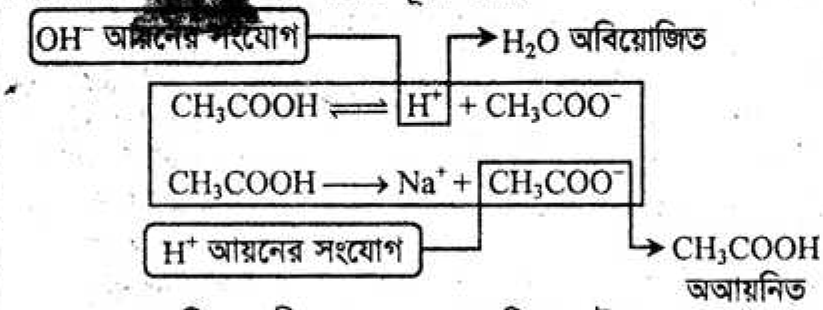
(i) নং দ্রবণের সাথে অম্লের ও ক্ষারের বিক্রিয়া কৌশল—

অল্পমাত্রার এসিড সংযোগে: CH_3COOH দুর্বল এসিড বিধায় দ্রবণে সামান্য বিয়োজিত হয় এবং কিছু আয়নিত অবস্থায় থেকে যায়। এই বাফার দ্রবণে যদি সামান্য পরিমাণ এসিড অর্থাৎ H^+ কে যোগ করা হয়, তখন দ্রবণের H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান CH_3COO^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে আরও অধিক পরিমাণ অবিয়োজিত CH_3COOH উৎপন্ন করে।

$$H^+(aq) + CH_2COO^-(aq) \longrightarrow CH_3COOH(aq)$$

যেহেতু CH_3COOH মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য তাই CH_3COOH অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়। অতিরিক্ত সংযুক্ত H^+ আয়ন দ্রবণের মধ্যস্থিত অধিক পরিমাণ CH_3COO^- আয়ন দ্বারা অপসারিত হয়। যে কারণে দ্রবণে pH মান স্থির থাকে।

অল্প মাত্রার ক্ষার সংযোগে: প্রস্তুতকৃত বাফার দ্রবণের মধ্যে সামান্য পরিমাণ ক্ষার অর্থাৎ OH^- আয়ন যোগ করা হয় তখন সংযুক্ত OH^- আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান এসিডের H^+ আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে অতি মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য পানি উৎপন্ন করে। ফলে CH_3COOH এর সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে গিয়ে দ্রবণে H^+ আয়ন উৎপন্ন করে বিক্রিয়ারত [illegible] এর ঘাটতি পূরণ করে।



চিত্র: অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়া-কৌশল।

$$OH^-(aq) + H^+(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$
$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$$

প্রশ্ন ▶ ৫১ i. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3$

ii. $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl(g)$

iii. $H_2(g) + I_2 \rightleftharpoons 2HI(g)$

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. মাইক্রো অ্যানালাইসিস কী? ১

খ. PCl_5 সম্ভব কিন্তু NCl_5 অসম্ভব কেন? ২

গ. (i) নং বিক্রিয়ার জন্য কত তাপমাত্রায় K_p ও K_c এর মান যথাক্রমে 40.5 ও 5.5 হবে? ৩

ঘ. বিক্রিয়া (ii) এবং (iii) এর জন্য K_p ও K_c এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পদ্ধতিতে পরীক্ষণীয় নমুনার খুব স্বল্প পরিমাণ, যেমন— 5mg কিংবা 0.1 mL (বা 100 μL) নিয়ে এর গুণগত ও পরিমাণগত বিশ্লেষণ করা হয়, তাকে মাইক্রো অ্যানালাইসিস বলে।

খ নাইট্রোজেন ও ফসফরাস পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে নাইট্রোজেনে অষ্টক সম্প্রসারণ সম্ভব নয় যা ফসফরাসে সম্ভব।

$_7N$ — $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

$_{15}P$ — $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3\ 3d^0$

ফসফরাসে খালি d অরবিটাল থাকায় এটি 3s এর একটি ইলেকট্রন 3d তে স্থানান্তর করে ৫টি অসম্পূর্ণ অযুগ্ম অরবিটাল গঠন করে যা পাঁচটি ক্লোরিন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে PCl_5 গঠন করে। কিন্তু নাইট্রোজেন এর যোজ্যতা স্তরে ২য় স্তরে হওয়ায় এটি অষ্টক সম্প্রসারণ করতে পারে না বিধায় NCl_5 গঠিত হয় না।

গ উদ্দীপকের (i) নং বিক্রিয়াটি—

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

আমরা জানি,

$K_p = K_c(RT)^{\Delta N}$

$40.5 = 5.5(8.314 \times T)^{-2}$

$T = 0.04432$ K **(Ans.)**

এখানে, T = ?

$R = 8.314\ JK^{-1}mol^{-1}$

$K_p = 40.5$

$K_c = 5.5$

$\Delta N = 2 - 4 = -2$

ঘ ৮(গ) + ২৯ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫২ $PCl_5(g) \longleftrightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$

25°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে PCl_5 এর ৮০% বিয়োজিত হয়ে PCl_3 ও Cl_2 উৎপন্ন করে।

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. প্রশমন তাপ কী? ১

খ. Zn অবস্থান্তর মৌল নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়া থেকে K_p এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. যদি 70%C তাপমাত্রায় ও 1.75 atm চাপে PCl_5 এর 25% বিয়োজিত হয়, তাহলে Kp এবং K_c এর মান নির্ণয় করো। (যেখানে $R = 0.082\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}$)। ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কক্ষ তাপমাত্রায় (25°C) এসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ায় 1 mole পানি উৎপন্ন হয়ে যে পরিমাণ তাপ শক্তির উদ্ভব হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে।

খ যে সকল মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d- অরবিটাল আংশিক পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। Zn এর সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস,

$Zn^{2+} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 3d^{10}\ 4s^0$

এখানে d অরবিটাল সম্পূর্ণ পূর্ণ, আংশিক পূর্ণ নয়। সুতরাং সজ্ঞানুসারে, Zn অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ ৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$

এই বিক্রিয়ায় বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = 25\% = \frac{25}{100} = 0.25$

তাপমাত্রা, $T = (273) + 70)\ K = 343\ K$

মিশ্রণের মোট চাপ, $P = 1.75$ atm

$R = 0.082\ L\ atm\ mol^{-1}\ k^{-1}$ এবং $\Delta n = 1 + 1 - 1 = 1$

$\therefore K_p = \frac{\alpha^2}{1-\alpha^2}.P$

$= \frac{0.25^2}{1-0.25^2} \times 1.75\ atm$

$\therefore K_p = 0.1167\ atm$

এখন, $K_p = K_c \frac{1}{(RT)^{\Delta n}}$

বা, $K_c = K_p.(RT)^{\Delta n}$

$= 0.1167 \times (0.082\ Latm\ mol^{-1}k^{-1} \times 343\ k^{1})$

$\therefore K_C = 3.28\ Latm\ mol^{-1}$

প্রশ্ন ▶ ৫৩ (i) $X_2(g) + Y_2(g) \longleftrightarrow 2XY(g)$

(ii) $A_2(g) + 3B_2(g) \longleftrightarrow 2AB_3(g); \Delta H = -Ve$

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. MSDS এর পূর্ণরূপ কী? ১

খ. সবল অম্ল এবং সবল ক্ষারের বিক্রিয়ায় প্রশমন তাপের মান স্থির কেন– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের (i)নং সমীকরণের জন্য K_p এবং K_c এর গাণিতিক প্রতিপাদন–ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের (ii)নং বিক্রিয়ায় উৎপন্ন উৎপাদনের সর্বোচ্চ পরিমাণ পাওয়ার জন্য লা-শাটেলিয়ার নীতির প্রয়োগ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MSDS এর পূর্ণরূপ হচ্ছে Material Safety Data Sheet।

খ অম্ল ও ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া একটি আয়নিক বিক্রিয়া। কারণ অম্ল ও ক্ষার বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পূর্বে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় এবং বিক্রিয়ালব্ধ দ্রবণও সম্পূর্ণরূপে আয়নিত অবস্থায় থাকে। যেমন, NaOH ও HCl এর মধ্যে সংঘটিত প্রশমন বিক্রিয়া–

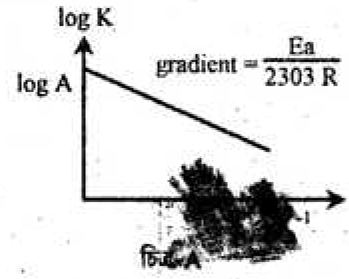
$(Na^+ + OH^-) + (H^+ + Cl^-) = Na^+ + Cl^- + H_2O$

আসলে সকল সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H^+ ও OH^- আয়ন যুক্ত হয়ে একই পদার্থ H_2O তৈরি করে। এই একই পদার্থ তৈরিতে নির্গত তাপের পরিমাণও একই হয়। তাই, সকল তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির।

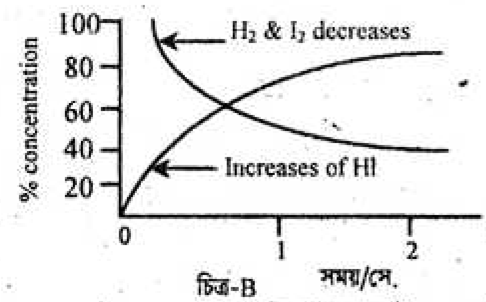
গ ১৪(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫৪



চিত্র-A



চিত্র-B

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. লিগ্যান্ড কী? ১

খ. হেসের সূত্র ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের চিত্র-B বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় গতিশীল অবস্থা বোঝায়– বর্ণনা করো। ৩

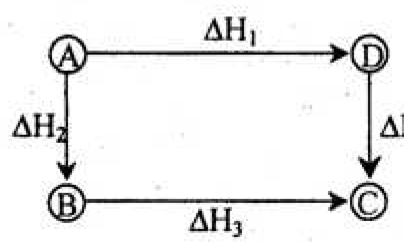
ঘ. চিত্র-A ব্যবহার করে y = mx + c সমীকরণ বিশ্লেষণ করো। (যেখানে বিক্রিয়ার প্রতিটি বিক্রিয়ক মৌলিক)। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

খ যদি প্রারম্ভিক অবস্থা ও শেষ অবস্থা স্থির থাকে তবে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া দুই বা ততোধিক উপায়ে এক বা একাধিক ধাপে সংঘঠিত হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রেই বিক্রিয়া এনথালপি বা বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

ধরি, একটি প্রক্রিয়ায় A থেকে সরাসরি D উৎপন্ন করা হলো এবং এই প্রক্রিয়ায় এনথালপির পরিবর্তন = ΔH_1। আবার আরও একটি প্রক্রিয়ায় প্রথমে A থেকে B এবং এরপর B থেকে C এবং এরপর C থেকে D উৎপন্ন করা হলো। যদি এই তিন ধাপে এনথালপির পরিবর্তন যথাক্রমে ΔH_2, ΔH_3 ও ΔH_4 হয়, তবে হেসের সূত্রানুযায়ী হবে, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4$



চিত্র: হেসের সূত্রের ব্যাখ্যা

গ উদ্দীপকের চিত্র-B তে নিম্নের বিক্রিয়ায় সংঘটিত হয়–

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2\,HI$

সাম্যাবস্থায় চলমান প্রকৃতির প্রমাণ : আবদ্ধপাত্রে H_2 ও I_2 এর একটি মিশ্রণ নিয়ে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দীর্ঘক্ষণ রেখে দিলে, প্রথমদিকে H_2 ও I_2 দ্রুতহারে বিক্রিয়া করে HI উৎপন্ন করে। পরে এ সম্মুখমুখী বিক্রিয়ার হার কমতে থাকে এবং পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার হার অর্থাৎ HI এর বিয়োজন হার বাড়তে থাকে। এক সময় মনে হয় বিক্রিয়াটি বন্ধ হয়ে গেছে। প্রকৃতপক্ষে তখন সাম্যাবস্থার সৃষ্টি হয়েছে। উভয়দিকে সমান হারে উভয় বিক্রিয়া সংঘটিত হচ্ছে।

$$H_2(g) + I_2(g) \xrightleftharpoons{\Delta} 2HI(g)$$

সাম্যাবস্থা অর্জনের পরে ট্রেসার হিসেবে অল্প পরিমাণ তেজস্ক্রিয় আয়োডিন $^{128}_{53}I_2$ পাত্রে প্রবেশ করানো হয়, তখন সাম্যাবস্থার বিশেষ কোন পরিবর্তন হয় না, অর্থাৎ H_2, I_2ও HI এর পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে। কিন্তু দেখা যায় যে, সাম্যাবস্থায় প্রথমদিকে সব HI এর মধ্যে আয়োডিন পরমাণু অতেজস্ক্রিয় থাকলেও পরে কিছু HI এর আয়োডিন তেজস্ক্রিয় হয়, এবং এ ধরনের HI এর পরিমাণ ক্রমশ বাড়তে বাড়তে একসময় একটি নির্দিষ্ট পরিমাণে পৌঁছায়। এ থেকে বোঝা যায় যে, সাম্যাবস্থা অর্জনের পর তেজস্ক্রিয় আয়োডিনের প্রবেশের ফলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া চলেছে :

$H_2 + I_2{}^* \xrightarrow{\Delta} 2HI^*$ (I_2^* দ্বারা তেজস্ক্রিয় আয়োডিন, ট্রেসার বোঝানো হয়েছে)

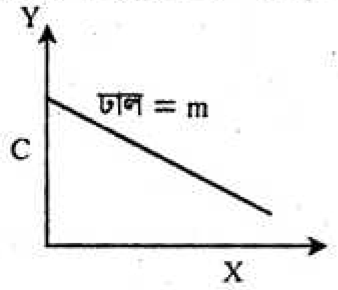
যেহেতু HI এর সর্বমোট পরিমাণ (প্রায় 80%) অপরিবর্তিত থাকছে, সেহেতু তেজস্ক্রিয় HI^* উৎপন্ন হওয়ার সময় একই সাথে কিছু অতেজস্ক্রিয় HI বিযোজিত হয়েছে।

$$2HI \xrightarrow{\Delta} H_2 + I_2$$

অর্থাৎ, এ থেকে প্রমাণিত হয় যে, সাম্যাবস্থা অর্জনের পরেও সম্মুখমুখী ও পশ্চাৎমুখী উভয় বিক্রিয়া সমান [illegible] চলতে থাকে, তবে দুটি বিক্রিয়ার গতিবেগ সমান হওয়ায় তা বোঝা যায় না।

ঘ Y = mx + c একটি সরলরৈখিক সমীকরণ।

এই সমীকরণ অনুসারে y বনাম x লেখচিত্র অংকন করলে সে সরলরেখা পাওয়া যায় যা m তার ঢাল এবং c হল Y অক্ষের ছেদকৃত অংশ।



অ্যারহেনিয়াসের সমীকরণ, $\log k = \log A - \frac{Ea}{2.303\ R} \cdot \frac{1}{T}$

কে Y = mx + c এর সাথে তুলনা করলে,

$Y = \log k$; $c = \log A$; ঢাল $m = -\frac{Ea}{2.303R}$ এবং $x = \frac{1}{T}$

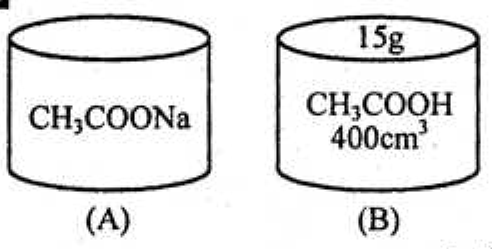
[এখানে ঢাল এর মান ঋণাত্মক হওয়ায় বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া]

তাহলে, logk বনাম $\frac{1}{T}$ লেখচিত্র অংকন করলে y = mx + c এর অনুরূপ চিত্র-A এর লেখচিত্রটি পাওয়া যায়।

এখানে T দ্বারা তাপমাত্রা প্রকাশ হচ্ছে যার একক কেলভিন (K) অতএব, $\frac{1}{T}$ এর একক K^{-1}, x অক্ষে প্রকাশ পাচ্ছে।

এই সমীকরণের সরলরেখা ঢাল $= -\frac{Ea}{2.303\ R}$ হতে বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি Ea হিসেবে করা যায়। এখানে, k হল বিক্রিয়ার বেগ ধ্রুবক।

প্রশ্ন ▶ ৫৫



$Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. আবেশীয় প্রভাবক কী? ১

খ. $AlCl_3$ এর ডাইমার গঠন ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের A-পাত্রের ক্যাটায়নের সমীকরণ পরীক্ষা লিখো। ৩

ঘ. A ও B-পাত্র মিশিয়ে 4.57 pH বিশিষ্ট বর্ণনা করো। বাফার দ্রবণ তৈরি করার জন্য কত gm A-এর প্রয়োজন হবে। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একটি বিক্রিয়কের প্রভাবে যদি অপর একটি বিক্রিয়ক প্রভাবিত হয় তবে প্রথম প্রভাবকটিকে আবিষ্ট প্রভাবক বলে।

খ $AlCl_3$ নিম্নতাপমাত্রায় ডাইমার হিসাবে অবস্থান করে। কারণ নিম্ন তাপমাত্রায় অধিক চার্জ ঘনত্বের কারণে Al^{3+} আয়ন দ্বারা Cl^- আয়নের বেশ পোলারায়ন ঘটে। তাই কঠিন অবস্থায় বিশুদ্ধ $AlCl_3$ এর উচ্চ ল্যাটিস এনথালপি থাকে না। এ অবস্থায় Al পরমাণুর চারদিকে Cl পরমাণুসমূহ বিন্যস্ত হয়ে Al এর অষ্টকপূর্ণ করে। তখন নিম্নরূপে Al পরমাণু ও Cl পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগলের মধ্যে সন্নিবেশ বন্ধন দ্বারা ডাইমার অণু গঠন করে।

গ উদ্দী[illegible]পাত্রে ক্যাটায়নটি হলো সোডিয়াম (Na^+) আয়ন। এর শনাক্তকারী পরীক্ষা:

পরীক্ষা নলে 1-2 mL নমুনা দ্রবণ নিয়ে তাতে 2-4 ফোঁটা পটাসিয়াম পাইরো এন্টিমোনেট যোগ করা হয় ফলে সোডিয়াম পাইরো এন্টিমোনেট এর সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে যা দেখে Na^+ এর উপস্থিতি নিশ্চিত করা যায়।

$$2Na^+ + K_2H_2Sb_2O_7 \longrightarrow Na_2H_2Sb_2O_7 + 2K^+$$

ঘ A ও B পাত্রের উপাদান একত্রে নিম্নলিখিতভাবে বিক্রিয়া করে–

$$CH_3COONa + CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^-Na^+ + CH_3COO^-H^+$$

বাফার দ্রবণের pH হতে আমরা জানি,

$$pH = pKa + \log\frac{[Salt]}{[acid]}$$

$$pH = -\log(Ka) + \log\frac{[Salt]}{[acid]}$$

$$= -\log(1.8 \times 10^{-5}) + \log\frac{\left(\frac{W}{82V}\right)}{\left(\frac{1}{4V}\right)}$$

$Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

$[Salt] = \frac{\frac{W}{82}}{V}$

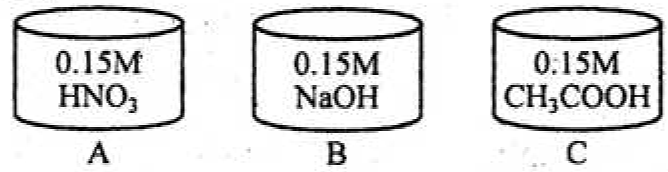
$[acid] = \frac{15}{60 \times V} = \frac{1}{4V}$

$pH = 4.57$

$$4.57 = 4.744 + \log\frac{\left(\frac{W}{82}\right)}{\left(\frac{1}{4}\right)}$$

W = 13.71 gm

প্রশ্ন ▶ ৫৬



[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. নিরাপদ পরিত্যাগ কাকে বলে? ১

খ. নাইট্রোজেন N_2 কিন্তু ফসফরাস P_4-হিসেবে অবস্থান করে কেন ব্যাখ্যা করো। ২

গ. A ও B-এর প্রশমন তাপ ও B ও C-এর প্রশমন তাপের মধ্যে কোন পার্থক্য আছে কি? ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. 50mL B এর সাথে 80mL C মিশানো হলো এবং 80mL 0.15M PH_4OH এর সাথে 40mL A আরেকটি বিকারে মিশানো হলো। খুব সামান্য 0.1M HCl ও 0.1M KOH দুইটি বিকারে পৃথক পৃথকভাবে যোগ করলে কী ঘটবে? ব্যাখ্যা করো। ৪

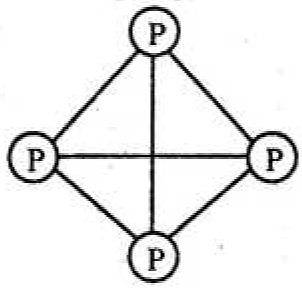
৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবেশের নিরাপত্তার কথা বিবেচনা করে কোনো পরীক্ষণ সম্পূর্ণ হওয়ার পর অব্যবহৃত ও ব্যবহৃত রাসায়নিক দ্রব্যাদি নিরাপদে পরীক্ষা স্থান থেকে অপসারণ করাকে নিরাপদ পরিত্যাগ বলে।

খ **নাইট্রোজেন N_2 কিন্তু ফসফরাস P_4:** নাইট্রোজেন এর পারমাণবিক সংখ্যা 7। এর আকার ছোট। ফলে অষ্টক পূরণের জন্য দুটি N পরমাণুর e^- এর পাশাপাশি অধিক্রমণের মাধ্যমে পাই বন্ধন সম্ভব। কেননা N পরমাণু দুটির যোজ্যতা e^- পাশাপাশি অবস্থান করে। অন্যদিকে P এর আকার বড় হওয়ায় দুটি মৌলের যোজ্যতা স্তরের দূরত্ব

অনেক বেশি হয় ফলে পাই বন্ধন গঠন সম্ভব হয় না। তাই চারটি P পরমাণু সিগমা বন্ধনের মাধ্যমে P_4 অণু গঠন করে।

$N \equiv N$



গ ৩১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

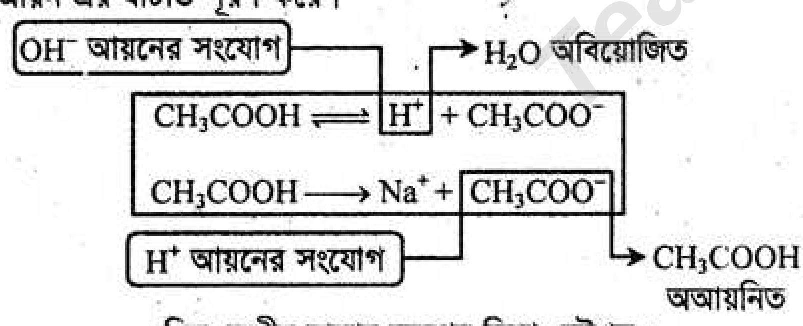
ঘ B এর সাথে C যোগ করা হলে তীব্র ক্ষার NaOH এবং মৃদু এসিড CH_3COOH এর বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণ CH_3COONa এবং এসিড CH_3COOH একত্রে অম্লীয় বাফার দ্রবণ হিসেবে কাজ করে।
এ দ্রবণে সামান্য HCl বা এসিড এবং KOH বা ক্ষার যোগ করা দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হবে না। নিচে এর ক্রিয়া কৌশল দেখানো হল।

HCl সংযোগে: CH_3COOH দুর্বল এসিড বিধায় দ্রবণে সামান্য বিয়োজিত হয় এবং কিছু আয়নিত অবস্থায় থেকে যায়। এই বাফার দ্রবণে যদি সামান্য পরিমাণ এসিড অর্থাৎ H^+ কে যোগ করা হয়, তখন দ্রবণের H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান CH_3COO^- আয়নের সাথে যুক্ত হয়ে আরও অধিক পরিমাণ অবিয়োজিত CH_3COOH উৎপন্ন করে।

$$H^+(aq) + CH_3COO^-(aq) \longrightarrow CH_3COOH(aq)$$

যেহেতু CH_3COOH মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য তাই CH_3COOH অতি সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হয়। অতিরিক্ত সংযুক্ত H^+ আয়ন দ্রবণের মধ্যস্থিত অধিক পরিমাণ CH_3COO^- আয়ন দ্বারা অপসারিত হয়। যে কারণে দ্রবণে pH মান স্থির থাকে।

KOH ক্ষার সংযোগে: প্রস্তুতকৃত বাফার দ্রবণের মধ্যে সামান্য পরিমাণ ক্ষার অর্থাৎ OH^- আয়ন যোগ করা হয় তখন সংযুক্ত OH^- আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান এসিডের H^+ আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে অতি মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য পানি উৎপন্ন করে। ফলে CH_3COOH এর সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে গিয়ে দ্রবণে H^+ আয়ন উৎপন্ন করে বিক্রিয়ারত H^+ আয়ন এর ঘাটতি পূরণ করে।



চিত্র: অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়া-কৌশল।

$$OH^-(aq) + H^+(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$
$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$$

PH_4OH এর সাথে A যৌগ মিশ্রিত করা হলে এটি ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ হিসেবে কাজ করে।

$$PH_4OH + HNO_3 \longrightarrow PH_4(NO_3)$$
$$PH_4NO_3 \rightleftharpoons PH^+ + NO_3^-$$
$$PH_4OH \rightleftharpoons PH_4^+ + OH^-$$

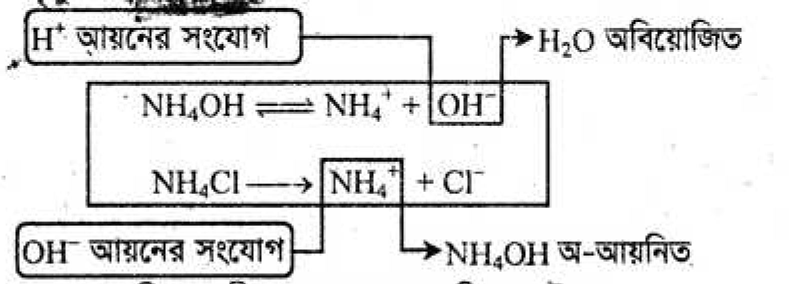
এ দ্রবণে সামান্য এসিড (HCl) বা (KOH) যোগ করা হলে pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হবে না।
নিচে এর ক্রিয়া কৌশল দেখানো হল:

HCl এসিড সংযোগের ফলে: NH_4OH দুর্বল ক্ষার বিধায় দ্রবণে সামান্য আয়নিত হয়। বেশির ভাগই আয়নিত অবস্থায় থেকে যায়। এই বাফার দ্রবণে যদি সামান্য পরিমাণ এসিড অর্থাৎ H^+ আয়ন যোগ করা হয় তখন দ্রবণের সংযুক্ত H^+ আয়নগুলো দ্রবণে বিদ্যমান OH^- আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে অবিয়োজিত পানির অণু গঠন করে।

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$

তখন অবিয়োজিত NH_4OH তার সাম্যাবস্থা বজায় রাখার জন্য কিছুটা বিয়োজিত হয় এবং দ্রবণের OH^- আয়নের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত রাখে। ফলে দ্রবণের pH এর মান স্থির থাকে।

KOH ক্ষার সংযোগের ফলে: প্রস্তুতকৃত ক্ষারীয় বাফার দ্রবণের মধ্যে সামান্য পরিমাণ ক্ষার অর্থাৎ OH^- আয়ন যোগ করা হয় তখন সংযুক্ত OH^- গুলো দ্রবণে বিদ্যমান ক্ষারের NH_4^+ আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে অতি মৃদু NH_4OH উৎপন্ন করে।



চিত্র: অম্লীয় বাফার দ্রবণের ক্রিয়া-কৌশল।

$$OH^-(aq) + NH_4^+(aq) \rightleftharpoons NH_4OH(aq)$$
(সামান্য বিয়োজিত)

উৎপন্ন NH_4OH মৃদু ক্ষার বিধায় আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং দ্রবণের pH মানের কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

প্রশ্ন ▶ ৫৭ i. $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$; H_2, I_2 এবং HI এর সাম্যাবস্থায় ঘনমাত্রা যথাক্রমে 8, 3 এবং 28 mol

ii. $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$ যদি 50% PCl_5 বিয়োজিত হয় এবং 470 K তাপমাত্রায় K_p হলো 2.1 atm তাহলে।

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. $K_4[Fe(CN)_6]$ এর নাম কী? ১
খ. R_f এর মান 1 এর কম কেন? ২
গ. (ii) নং বিক্রিয়া শেষ হতে কত চাপ লাগে? ৩
ঘ. (i) নং হতে K_c এর মান পাওয়া যাবে? ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $K_4[Fe(CN)_6]$ যৌগটির নাম– পটাসিয়াম হেক্সা সায়ানোফেরেট।

খ R_f হলো উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত।

$$R_f = \frac{\text{উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}$$

R_f এর মান সর্বদা 1 অপেক্ষা কম হবে কেননা কোন যৌগ দ্রাবক অপেক্ষা অধিক পথ অতিক্রম করতে পারে না। আবার R_f এর মান সর্বনিম্ন শূন্যও হতে পারে।

গ উদ্দীপকের সংশ্লিষ্ট (ii) নং বিক্রিয়াটি–

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

PCl_5 এর বিয়োজনে সাম্যধ্রুবক,

$$K_p = \frac{\alpha^2 P}{1 - \alpha^2}$$
$$2.1 = \frac{0.5^2 \times P}{1 - 0.5^2}$$
$$P = 6.3 \text{ atm } \textbf{(Ans.)}$$

এখানে, $\alpha = 50\% = 0.5$, $P = ?$, $K_p = 2.1$ atm

ঘ উদ্দীপকের সংশ্লিষ্ট (i) নং বিক্রিয়াটি–

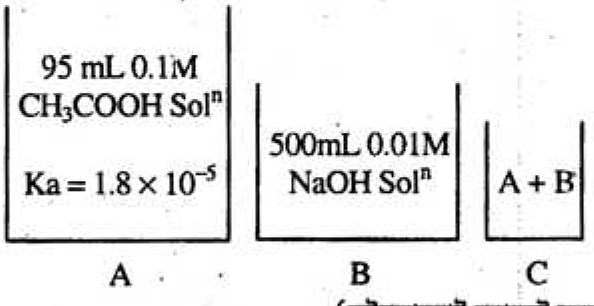
$$\underset{8\text{ mol}}{H_2} + \underset{3\text{ mol}}{I_2} \rightleftharpoons \underset{28\text{ mol}}{2HI}$$

ধরি, দ্রবণের আয়তন VL
সাম্যধ্রুবক,

$$K_c = \frac{\left(\frac{28}{V}\right)^2}{\left(\frac{8}{V}\right)\cdot\frac{3}{V}}$$
$$= 32.667 \textbf{ (Ans.)}$$

এখানে, $[HI] = \frac{28}{V}$, $[H_2] = \frac{8}{V}$, $[I_2] = \frac{3}{V}$

প্রশ্ন ▶ ৫৮



[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. হেসের সূত্র কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় HCl ব্যবহৃত হয় কেন? ২

গ. B দ্রবণের ppm হিসাব করো। ৩

ঘ. C পাত্রের দ্রবণের pH এর প্রকৃতি কী হবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$
$$CaCl_2 + \text{তাপ} \longrightarrow CaCl_2\ (\text{বাষ্প})$$
(ইটের মত লাল)

গ B দ্রবণের ক্ষেত্রে,

আয়তন $V = 500mL$
ঘনমাত্রা $S = 0.01M$
আণবিক ভর $= 40gm$
ppm এককে ঘনমাত্রা $= 0.01 \times 40 \times 10^3$
$= 400$ ppm

ঘ ৪৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৯ নিচের বিক্রিয়া লক্ষ্য করো:

$$N_2 + H_2(g) \underset{\downarrow HCl}{\rightarrow} 2NH_3 ; \xrightarrow{H_2O} [B]\ \Delta H = -92.3kJ/mol$$
[A]

A ও B সমমোলার মিশ্রিত

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. সাসপেনসন কী? ১

খ. $BaSO_4$ পানিতে দ্রবণীয় কেন? ২

গ. উক্ত বিক্রিয়ায় সর্বোচ্চ NH_3 পাবে কীভাবে? ৩

ঘ. A ও B মিশ্রিত হয়ে C দ্রবণ পাওয়া যায়। যদি অল্প পরিমাণ অম্ল বা ক্ষার যোগ করা হয়, তাহলে pH এর কী পরিবর্তন ঘটবে? ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5}cm এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ $BaSO_4$ আয়নিক যৌগ। আয়নিক যৌগে প্রতিটি আয়ন বিপরীত চার্জ যুক্ত আয়ন দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। $BaSO_4$ কে পানিতে নেওয়া হলে পোলার পানির অণুর দু'মেরু $BaSO_4$ এর Ba^{2+} এবং SO_4^{2-} আয়নকে আকর্ষণ করে। ফলে $BaSO_4$ যৌগ ল্যাটিস থেকে দ্রবণে চলে আসে। কেননা এক্ষেত্রে Ba^{2+} এবং SO_4^{2-} আয়নদ্বয়ে বিদ্যমান স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল অপেক্ষা $BaSO_4$ এর বিপরীত চার্জ যুক্ত আয়নের ওপর H_2O এর (OH^-, H^+) বিপরীত চার্জযুক্ত আয়নের আকর্ষণ বেশি। তাই $BaSO_4$ পানিতে দ্রবণীয়।

গ ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৬০ 25°C তাপমাত্রায় এবং 2atm চাপে, 20.5% N_2O_4 বিয়োজিত হলো।

[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

ক. ভরক্রিয়ার সূত্র ব্যাখ্যা কর। ১

খ. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় প্রভাবক এর ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার Kp-এর মান বের কর। ৩

ঘ. উপরের তাপমাত্রায় এবং 0.5 atm চাপে বিয়োজিত হওয়ার ক্রম কত হবে? ৪

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ রাসায়নিক বিক্রিয়ার উপর প্রভাবকের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রভাবক বিক্রিয়কের সক্রিয়ন শক্তির হ্রাসকরণের মাধ্যমে দ্রুত বিক্রিয়া সংঘটনে সহায়তা করে। প্রভাবক বিক্রিয়কের বন্ধন ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি সরবরাহ করে যার ফলে বিক্রিয়ায় সরাসরি অনুপস্থিত থেকেও বিক্রিয়ার হারের ওপর প্রভাবকের প্রত্যক্ষ প্রভাব রয়েছে। আবার কিছু প্রভাবক রয়েছে যাদের উপস্থিতির ফলে বিক্রিয়ার বেগ হ্রাস পায়। সুতরাং বলা যায়, বিক্রিয়ায় প্রভাবকের ভূমিকা খুবই সুনির্দিষ্ট।

গ ২৭(গ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ উদ্দীপকের সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া—

$$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$$

এখানে, চাপ, $p = 0.5$ atm
$Kp = 0.35$ atm ['গ' হতে]
বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = ?$

বিক্রিয়াটির জন্য, $Kp = \dfrac{4\alpha^2 p}{1-\alpha^2}$

বা, $0.35 = \dfrac{4 \times \alpha^2 \times 0.5}{1-\alpha^2}$

বা, $2\alpha^2 = 0.35 - 0.35\alpha^2$

বা, $2.35\alpha^2 = 0.35$

বা, $\alpha^2 = \dfrac{0.35}{2.35}$

বা, $\alpha = \sqrt{\dfrac{0.35}{2.35}} = 0.386 = 38.6\%$

∴ সুতরাং বিয়োজন মাত্রা 38.6%।

প্রশ্ন ▶ ৬১ A এবং B দুটি হাইড্রোকার্বন যারা জ্বালানি হিসাবে ব্যবহৃত হয় এবং তাদের আণবিক ভর যথাক্রমে ২৮ এবং ৩০। CO_2 (g) এবং H_2O (g) –এর দহনে তারা উৎপন্ন হয়। B, CO_2 (g) এবং H_2O (g) এর তাপগুলো যথাক্রমে 84kJ /mol, –393kJ/mol এবং 220^{-1} A এর দহন তাপ –1370 kJ /mol।

[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

ক. প্রভাবক বিষ কী? ১

খ. pH স্কেলের মান 0-14 পর্যন্ত কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের 'A' এর গঠন তাপের মান বের কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A এবং B এর গঠন মধ্যে কোনটি জ্বালানি হিসাবে ভালো—গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস প্রাপ্ত হয়, এমনকি বন্ধ হয়ে যায় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

খ কোনো দ্রবণের H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের H^+ এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হলে pH এর মান 0 থেকে কম এবং OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু লঘু দ্রবণে H^+ ও OH^- এর ঘনমাত্রা 1 M এর বেশি হতে পারে না।

দ্রবণে $[H^+] = 1M$ হলে,

$pH = -\log[H+]$

$pH = -\log(1) = 0$

দ্রবণে $[OH^-] = 1\,M$ হলে,

$pOH = -\log[OH]$

$pOH = -\log(1) = 0$

$pH = 14 - pOH$

$= 14 - 0$

$= 14$

তাই, pH স্কেল 0–14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে এবং pH ধারণাটি কেবল লঘু দ্রবণের জন্য প্রযোজ্য।

গ ২৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ২৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬২ বিশুদ্ধ পানির তড়িৎ পরিবাহিতা খুবই কম। তাই ইহা খুব কম পরিমাণ বিদ্যুৎ পরিবহন করে। ইহা নিচের বিক্রিয়ার মত বিয়োজিত হয়।

$H_2O \rightleftharpoons OH^- + H^+$

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. ক্রোমিক এসিডের সংকেত কী? ১

খ. হেসের সূত্র সম্পর্কে লিখো। ২

গ. উদ্দীপকের প্রথম আয়নের ঘনমাত্রা $3 \times 10^{-7}\ molL^{-1}$ হলে, আয়নটির pH বের করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়া থেকে কি pH স্কেল তৈরি করা সম্ভব? তোমার যুক্তি দাও। ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্রোমিক এসিডের সংকেত: H_2CrO_4।

খ তাপ রসায়নে হেসের সূত্রটি তাপ সমষ্টির নিত্যতার সূত্র বা ধ্রুব তাপ সমষ্টিকরণ সূত্রনামে পরিচিত। হেসের সূত্রটি নিম্নরূপ—

যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির থাকে তবে কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত হোক না কেন প্রতি ক্ষেত্রেই বিক্রিয়ার এনথালপি বা বিক্রিয়া তাপ সমান থাকে।

গ উদ্দীপকের প্রথম আয়নটি হচ্ছে হাইড্রক্সিল আয়ন (OH^-)।

দেওয়া আছে, $[OH^-] = 3 \times 10^{-7}\ molL^{-1}$

$\therefore pH = 14 - pOH$

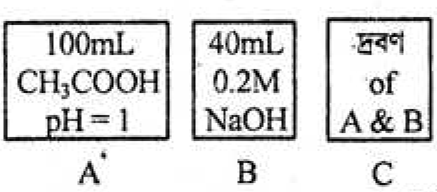
$= 14 + \log[OH^-]$

$= 14 + \log(3 \times 10^{-7})$

$= 7.477$ **(Ans.)**

ঘ ২১ (ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬৩



[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. ইলেকট্রন আসক্তি বলতে কী বুঝো? ১

খ. জাল টাকা শনাক্তকরণ UV রশ্মি কেন ব্যবহার করা হয়? ২

গ. A পাত্রের pH মান 04 এর উপরে উঠালে দ্রবণটির অম্লত্ব কমে যাওয়া ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষারযোগ করলেও C পাত্রের কোনো pH পরিবর্তিত হয় না– কৌশলসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মোল বিচ্ছিন্ন পরমাণু প্রত্যেকে একটি করে এক মোল ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত হয়ে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন এক মোল এক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত আয়ন সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে সেই মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলা হয়।

খ প্রকৃত নোট যে উপাদান দ্বারা তৈরী জাল নোটে সেই রাসায়নিক উপাদান থাকে না। তাই প্রকৃত নোটে UV রশ্মি আপতিত হলে অণু উত্তেজিত হয়। উত্তেজিত অবস্থা থেকে পূর্বাবস্থায় ফিরে আসলে শোষিত শক্তি আলো হিসেবে বিকিরিত হয়। এই আলো দৃশ্যমান অঞ্চলের বলে আমরা দেখতে পাই। এটি অনুপ্রভা নামে পরিচিত। প্রকৃত নোট ও জাল নোটের UV শোষণ ও দৃশ্যমান বিকিরণ কোন ভাবেই এক হয় না। এভাবেই জাল নোট শনাক্ত করা যায়।

গ pH হলো মূলত হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা। গাণিতিকভাবে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রার ঋনাত্মক লগারিদমই হলো pH। এটিকে নিম্নরূপে সমীকরণের মাধ্যমে নির্ণয় করা হয়।

$pH = -\log[H^+]$

বা, $[H^+] = \text{Anti}\log(-pH)$

$\therefore [H^+] = 10^{-pH}$

এখন, $pH = 1$ হলে $[H^+] = 10^{-1}$

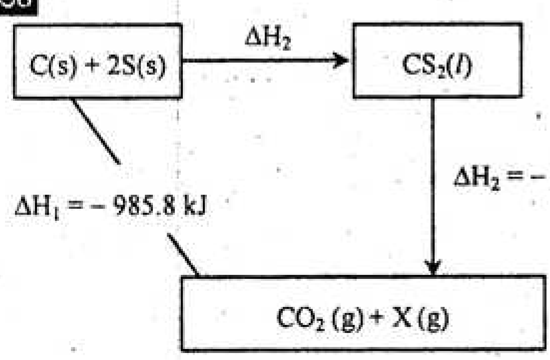
$pH = 4$ হলে $[H^+] = 10^{-4}$

$pH = 5$ হলে $[H^+] = 10^{-5}$

সুতরাং pH যত বেশি হবে দ্রবণটিতে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা তত কমে যায় অর্থাৎ অম্লত্ব হ্রাস পায়। এজন্য দ্রবণটির pH এর মান 4 এর চেয়ে বেশি হলে অম্লত্ব কমে যাবে।

ঘ ৭ (ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬৪



(i) $X + O_2 \longrightarrow Y$ (ii) $Y + H_2O \longrightarrow Z$

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

ক. FIR এর পূর্ণরূপ কী? ১

খ. পানিকে কেন উভধর্মী বলা হয়? ২

গ. Z যৌগ আর NH_4OH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুবক মানের চেয়ে কম–মূল্যায়ন কর। ৩

ঘ. CO_2 এবং X_2 যৌগের সংগঠন তাপ যথাক্রমে – 393.5kJ/mol এবং –297.39 kJ/mol হলে, CS_2 (*l*) এর গঠন এনথালপি বের করে দেখাও যে উদ্দীপকের চক্র তাপ রসায়নের একটি সূত্রকে সমর্থন করে। ৪

৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক FIR এর পূর্ণরূপ : Far Infrared Ray.

খ ব্রনস্টেড লাউরীর মতে, প্রোটন দানকারী পদার্থ হলো এসিড এবং গ্রহণকারী পদার্থ হলো ক্ষার।

পানি (H_2O) একটি উভধর্মী পদার্থ কারণ পানি প্রোটিন (H^+) গ্রহণ ও ত্যাগ উভয়ই করতে পারে।

$H_2O + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$

(প্রোটন দান করায় এখানে পানি এসিড হিসেবে কাজ করে)

$H_2O + HCl \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

(প্রোটন গ্রহণ করায় এখানে পানি ক্ষার হিসেবে কাজ করে)

সুতরাং পানির এই উভধর্মী বৈশিষ্ট্যের জন্য বলা যায় H_2O একটি উভধর্মী পদার্থ।

গ উদ্দীপকের Z যৌগটি H_2SO_3 এবং NH_4OH একটি দূর্বল ক্ষার। এসিড এবং ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় যেকোনো একটি দুর্বল হলে প্রশমন তাপের মান স্থির থাকে না। কারণ হিসেবে বলা যায় সবল অম্ল এবং ক্ষার লঘু দ্রবণে শতকরা একশত ভাগ স্বতঃস্ফূর্তভাবে আয়নিত হয়। কিন্তু এদের কোনোটি দুর্বল হলে লঘু দ্রবণেও পুরোপুরি আয়নিত হয় না। অথচ বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পূর্বে এদেরকে পুরোপুরি আয়নিত হতে হয়। ফলে আয়নিত করতে কিছু পরিমাণ শক্তি খরচ হয়। প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপ এ শক্তি যোগায়। এজন্য প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে কমে যায়। উদ্দীপকের H_2SO_3 একটি শক্তিশালী এসিড। কিন্তু NH_4OH একটি দুর্বল ক্ষার। NH_4OH দুর্বল ক্ষার হওয়ার কারণে এর বিয়োজনের জন্য শক্তি খরচ হয়। এ শক্তি দ্রবণ থেকে ব্যবহৃত হয়। ফলে প্রশমন বিক্রিয়ায় অবিয়োজিত NH_4OH এর বিয়োজনের জন্য খরচকৃত শক্তির সমান কম শক্তি নির্গত হয়। তাই H_2SO_3 এবং NH_4OH প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপ ধ্রুবক মানের চেয়ে কম হয়।

ঘ ৪ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৬৫

1 mol N_2 + 3 mol H_2 → (500°C, 10 atm) → $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$; NH_3 এর মোল ভগ্নাংশ = 0.015

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

ক. লা-শাতেলিয়ার নীতিটি লিখ। ১

খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পানির আয়নিক গুণফল K_w এর মানের বৃদ্ধি ঘটে কিন্তু পানির প্রকৃতি নিরপেক্ষ থেকে যায়– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রদত্ত উদ্দীপক হতে সাম্যধ্রুবক K_p এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. সাম্যমিশ্রণে NH_3 এর mol% বৃদ্ধি করে 8.0 করতে চাপ প্রায় ছয় গুণ বৃদ্ধি করা প্রয়োজন– বিশ্লেষণ করো। ৪

৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি একটি নিয়ামক (যেমন- তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা ও চাপ) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তন হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

খ পানির অটো আয়নিকরণ বা স্ব-আয়নিকরণ প্রক্রিয়াটি হলো তাপহারী। তাই তাপমাত্রা বাড়ালে দ্রবণে H_3O^+ ও OH^- আয়নের ঘনমাত্রা বাড়ে তথা K_w এর মান বাড়ে।

$2H_2O(l) + \text{তাপ} \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$

$\therefore K_w = [H_3O^+][OH^-]$

তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে K_w এর মান বৃদ্ধি পেলেও পানির প্রকৃতি নিরপেক্ষ থাকে। কারণ : তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে দ্রবণে উৎপন্ন $[H_3O^+]$ ও $[OH^-]$ এর পরিমাণ সমান থাকে। ফলে pH মান স্থির থাকে।

গ ধরি বিয়োজন মাত্রা = α

$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$1-\alpha \quad 3(1-\alpha) \quad 2\alpha$

সাম্য মিশ্রণে মোট মোল সংখ্যা $= 1 - \alpha + 3 - 3\alpha + 2\alpha$

$= 4 - 2\alpha$

সাম্যমিশ্রণে NH_3 এর মোল ভগ্নাংশ $= \frac{2\alpha}{4-2\alpha}$

$\therefore \frac{\alpha}{2-\alpha} = 0.015$

$\Rightarrow \alpha = 0.015(2-\alpha)$

$\Rightarrow \alpha = 0.03 - 0.015\alpha$

$\Rightarrow 1.015\alpha = 0.03$

$\Rightarrow \alpha = 0.0296$

NH_3 এর আংশিক চাপ, $P_{NH_3} = \frac{0.0296}{2-0.0296} \times 10$

$= 0.15$ atm

N_2 " " " $P_{N_2} = \frac{1-\alpha}{4-2\alpha} \times 10$

$= \frac{0.9704}{3.9408} \times 10$

$= 2.4624$ atm

H_2 এর আংশিক চাপ, $P_{H_2} = \frac{3(1-\alpha)}{4-2\alpha} \times 10$

$= \frac{3 \times 0.9704}{3.9408} \times 10$

$= 7.3873$ atm

$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{P_{N_2}(P_{H_2})^3}$

$= \frac{(0.15)^2}{2.4624 \times (7.3873)^3}$

$= \frac{0.0225}{2.4624 \times 403.16}$

$= 2.27 \times 10^{-5}\ (atm)^{-2}$

ঘ সাম্যাবস্থায় : $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$1-\alpha' \quad 3(1-\alpha') \quad 2\alpha'$

মনে করি, P′ চাপে NH_3 এর মোল % বৃদ্ধি পেয়ে 8.0 হয়।

$\therefore \frac{2\alpha'}{4-2\alpha'} = \frac{8}{100}$

$\Rightarrow \frac{\alpha'}{2-\alpha'} = 0.08$

$\Rightarrow \alpha' = 0.148$

$P_{NH_3} = \frac{2\alpha'}{4-2\alpha'} \times P'$

$= 0.0799\ P'$ atm

$P_{N_2} = \frac{1-\alpha'}{4-2\alpha'} \times P'$

$= \frac{0.852}{3.704} \times P'$

$= 0.23002\ P'$ atm

$P_{H_2} = \frac{3(1-\alpha')}{4-2\alpha'} \times P'$

$= \frac{3 \times 0.852}{3.704} \times P' = 0.69006\ P'$ atm

$\therefore K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{P_{N_2}(P_{H_2})^3}$

$2.27 \times 10^{-5} = \frac{(0.0799\ P')^2}{0.23002\ P' \times (0.69006\ P')^3}$

$\Rightarrow 2.27 \times 10^{-5} = \frac{(0.0799)^2}{0.23002 \times (0.69006)^3} \times \frac{1}{P'^2}$

$\Rightarrow P' = 61.11$ atm

পূর্বের চাপ, P = 10 atm

চাপের বৃদ্ধি $\frac{p'}{p} = \frac{61.11}{10}$

$= 6.11$ গুণ (Showed)

প্রশ্ন ▶ ৬৬ i. $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_3(g)$
ii. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH3_3(g)$

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১
খ. σ ও π বন্ধনের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
গ. 25°C তাপমাত্রায় উদ্দীপকের ১ম বিক্রিয়াটির K_p এর মান 0.14 atm হলে K_c এর মান কত? ৩
ঘ. লা-শাতেলিয়ের নীতি প্রয়োগ করে (ii)নং বিক্রিয়ায় কীভাবে সর্বোচ্চ উৎপাদ পাওয়া যাবে তা ব্যাখ্যা করো। ৪

৬৬ নং প্রশ্নের [redacted]

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ অণু গঠনের বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী দুটি পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থানরত দুটি যোজনী অরবিটালের মুখোমুখি বা সামনাসামনি অধিক্রমণে সিগমা বন্ধন তৈরি হয়। অণু গঠনের বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণকারী দুটি পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থানরত দুটি যোজনী অরবিটাল পাশাপাশি অধিক্রমণে পাই বন্ধন তৈরি হয়।
সিগমা বন্ধনে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব বেশি বলে এটি শক্তিশালী। পাই বন্ধনে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব কম বলে এটি দুর্বল।

গ উদ্দীপকের ১ম বিক্রিয়াটি হলো :
$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$
Δn = উৎপাদের মোট মোল সংখ্যা – বিক্রিয়কের মোট মোল সংখ্যা
$= 2 - 1$
$= 1$

আমরা জানি,
$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$
$\Rightarrow K_C = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}}$
$= \frac{0.14}{(0.0821 \times 298)^1}$ mol L^{-1}
$= 5.72 \times 10^{-3}$ mol L^{-1}

এখানে,
$K_p = 0.14$ atm
$R = 0.0821$ Latm mol^{-1}K^{-1}
$\Delta n = 1$
$T = 25°C = 298K$

ঘ ৩০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬৭ H–COOH একটি দুর্বল এসিড যার $K_a = 1.8 \times 10^{-4}$।

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. সমযোজী বন্ধন কাকে বলে? ১
খ. 3f অরবিটালটি সম্ভব নয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের এসিডটির 0.01 M দ্রবণের pH নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের এসিডের সাথে H–COONa এর দ্রবণ মিশ্রীত করলে যে বাফার দ্রবণটি পাওয়া যাবে তার ক্রিয়াকৌশল বর্ণনা করো। ৪

৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অণু গঠনের সময় দুটি পরমাণু নিজ নিজ বহিঃস্তরে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের স্থিতিশীল ইলেকট্রনীয় কাঠামো অর্জনের উদ্দেশ্যে যদি সমান সংখ্যক ইলেকট্রন সরবরাহ করে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় সৃষ্টি করে এবং উভয় পরমাণু তা সমানভাবে শেয়ার করে, তবে পরমাণুদ্বয়ের মধ্যে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে সমযোজী বন্ধন বলে।

খ 3f অরবিটালের প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান n = 3 থেকে এর সম্ভাব্য উপশক্তি স্তর সমূহ নির্ণয় করা যায়–
n = 3 এর জন্য $l = 0, 1, 2$

যেখানে, $l = 0, 1$ এবং 2 এর মান যথাক্রমে s অরবিটাল, p অরবিটাল এবং d অরবিটাল নির্দেশ করে।
অর্থাৎ ৩য় শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ d অরবিটাল থাকা সম্ভব, f অরবিটাল সম্ভব নয়।

গ ১৩(গ) নং [redacted] প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৫(ঘ) নং [redacted]প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬৮ বেনজিন নিম্নের সমীকরণ অনুযায়ী বিক্রিয়া করে।

$$C_6H_6(l) + \frac{15}{2}O_2(g) = 3H_2O(l) + 6CO_2(g)$$

$C_6H_6(l) + H_2O(l)$ ও $CO_2(g)$ এর প্রমাণ সংগঠন তাপ যথাক্রমে –205, –286, –393 kJ mol^{-1}

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. pH কী? ১
খ. পানির আয়নিক গুণফল বলতে কী বোঝ? ২
গ. "উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ১ম উৎপাদটিতে বরফ ভাসে"– হাইড্রোজেন বন্ধনের আলোকে ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের প্রদত্ত ডাটা অনুযায়ী বেনজিনের প্রমাণ দহন তাপ নির্ণয় করো। ৪

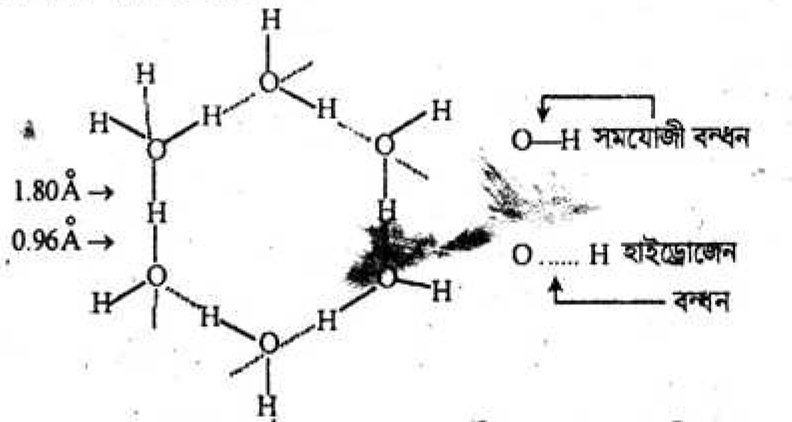
৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে।

খ $H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$
এখানে, দুটি পানির অণুর মধ্যে একটি এসিড এবং অপরটি ক্ষারক হিসেবে কাজ করছে।
পানির এ আয়নিকরণ বিক্রিয়াটিকে সংক্ষেপে $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ ভাবে লেখা যায়। ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে ও আয়নিকরণের জন্য সাম্যধ্রুবক, $K_c = \frac{[OH^-][H^+]}{[H_2O]}$
বিশুদ্ধ পানির তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা পরিমাপ করে দেখা যায় যে, পানি খুব অল্প পরিমাণে বিয়োজিত হয়। তাই, $[H_2O]$ ঘনমাত্রাকে ধ্রুব ধরা হয়।
$K_c[H_2O] = [OH^-][H^+]$
$K_w = [OH^-][H^+]$
K_w কে পানির আয়নিক গুণফল বলা হয়।

গ উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ১ম উৎপাদটিতে তথা পানিতে বরফ ভাসে। হাইড্রোজেন বন্ধনের আলোকে ব্যাখ্যা করা হলো :
এক একটি বরফের কেলাস বা স্ফটিককে এক একটি গুচ্ছ পানি অণু হিসেবে বিবেচনা করা যায়। তাই বরফের সংকেত $(H_2O)_n$ ধরা হয়। তখন বরফে প্রতিটি অক্সিজেন পরমাণু চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে। তন্মধ্যে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু অক্সিজেন পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধনে যুক্ত, অপর দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু অক্সিজেন পরমাণুর সাথে হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে। অক্সিজেন পরমাণুর চারদিকে এ চারটি হাইড্রোজেন পরমাণু বিকৃত চতুস্তলকীয়ভাবে অবস্থান করে। সমযোজী বন্ধনে যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণুদ্বয় অক্সিজেন পরমাণু থেকে 0.96Å দূরত্বে অবস্থিত। অপরদিকে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণুদ্বয় অক্সিজেন পরমাণু থেকে 1.80Å দূরত্বে অবস্থিত। হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণু অন্য একটি পানির অণুর অংশ। অপরদিকে সমযোজী বন্ধনে যুক্ত হাইড্রোজেন পরমাণু অন্য H_2O অণুর অক্সিজেন পরমাণুর সাথে হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে। অর্থাৎ প্রতিটি H_2O অংশ অপর চারটি H_2O অণুর অংশের সাথে হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে। এভাবে একটি অতি বৃহৎ অণু

গড়ে উঠে। এ গঠনে বরফের স্ফটিকে বহু ফাঁকা জায়গা থেকে যায়। সুতরাং বরফের আপেক্ষিক গুরুত্ব বা ঘনত্ব পানির তুলনায় কম হয়। ফলে বরফ পানিতে ভাসে।



চিত্র: বরফের আণবিক গঠন। বৃত্ত দ্বারা অক্সিজেন পরমাণু নির্দেশ করা হয়েছে, সাধারণ সরলরেখা (—) দ্বারা সমযোজী বন্ধন এবং ডট লাইন (......) দ্বারা হাইড্রোজেন বন্ধন বোঝানো হয়েছে।

গ উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো :

$$C_6H_6(l) + \frac{15}{2}O_2(g) = 3H_2O(l) + 6CO_2(g)$$

মনে করি,

বিক্রিয়াটির প্রমাণ দহন এনথালপি ΔH

$\therefore \Delta H$ = [উৎপাদের এনথালপি] − [বিক্রিয়কের এনথালপি]

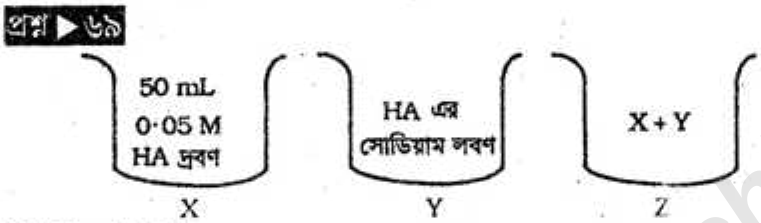
$= [3 \times H_{(H_2O)} + 6 \times H_{(CO_2)}] - [H_{(C_6H_6)} + H_{(O_2)}]$

$= [3 \times (-286) + 6\,(-393)] - [-205 + 0]$

$= -3011$ kJ

সুতরাং বেনজিনের প্রমাণ দহন তাপ − 3011 kJ

প্রশ্ন ▶ ৬৯



X(pH = 2.53)

HA = এক কার্বন বিশিষ্ট জৈবযৌগ।

$Ka = 1.8 \times 10^{-4}$

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. ভর ক্রিয়া সূত্রটি লিখ। ১

খ. HF এবং NaOH এর প্রশমন বিক্রিয়ার মান −57.3 kJ এর বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করতে X দ্রবণের সাথে কত আয়তন Y লাগবে? গণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে Z দ্রবণে সামান্য অম্ল বা ক্ষার যোগ করলে pH এর কোনো পরিবর্তন হবে কি? বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ HA ও HA- এর সোডিয়াম লবণ দ্বারা বাফার দ্রবণ তৈরি করা হলে তার,

$$pH = {}_pk_a + \log\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{অম্ল}]}$$

$= -\log(1.8 \times 10^{-4}) + \log\frac{0.05}{0.05}$

$= 3.74$

আবার, ঘনমাত্রা সমান হওয়ায় HA ও NaA এর মোলার সংখ্যা সমান হবে।

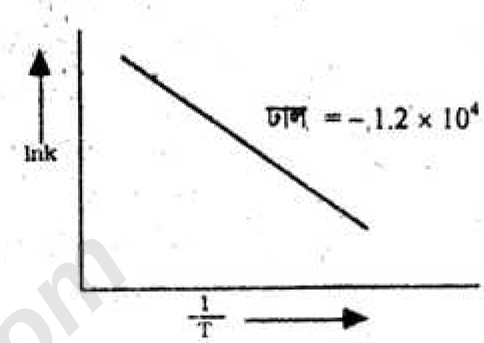
$\therefore V_aS_a = V_bS_b$

$\Rightarrow V_b = \frac{50 \times 0.05}{0.05}$ mL = 50 mL

∴ প্রস্তুতকৃত বাফার দ্রবণের pH 3.74 ও প্রস্তুত করতে 50 mL HA এর সোডিয়াম লবণ লাগবে।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭০



(i) $X_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2XH_3(g)$ + তাপ

(ii) $P_2(g) + 2O_2(g) \rightleftharpoons 2PO_3(g)$ − তাপ

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. অরবিটাল কি? ১

খ. HNO_3 এবং H_3PO_4 এর মধ্যে কোনটি বেশী শক্তিশালী এসিড ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের গ্রাফ থেকে সক্রিয়ণ শক্তি গণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয়ের ক্ষেত্রে সাম্যাঙ্কের উপর তাপমাত্রার পরিবর্তনের কোনো প্রভাব আছে কি? গ্রাফসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৭০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ আমরা জানি, অক্সি এসিডসমূহের ক্ষেত্রে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যত বেশি তার তীব্রতাও তত বেশি হয়। আবার ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান হলে যে পরমাণুর আকার ছোট তার তীব্রতা বেশি হয়।

$$\overset{+5}{H N O_3} \qquad H_3\overset{+5}{P}O_4$$

HNO_3 ও H_3PO_4 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান। কিন্তু নাইট্রোজেনের আকার ফসফরাস অপেক্ষা ছোট বিধায় এতে চার্জ ঘনত্ব বেশি। তাই স্বভাবতই HNO_3 এর তীব্রতা H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক হয়।

গ দেওয়া আছে,

ঢাল $= -1.2 \times 10^4$

আবার, lnk Vs $\frac{1}{T}$ গ্রাফের ঢাল $= -\frac{Ea}{R}$

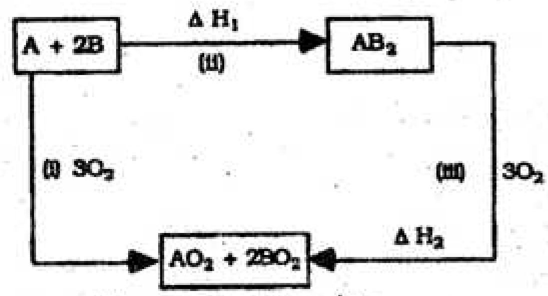
$\therefore -\frac{Ea}{R} = -1.2 \times 10^4$

$\Rightarrow Ea = 9.977 \times 10^4 J$

$\therefore Ea = 99.77$ kJ

ঘ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭১



A = গ্রুপ IVA এর প্রথম মৌল

B = গ্রুপ VIA এর দ্বিতীয় মৌল

$\Delta H_2 = -1109.17$ kJ

BO_2 এর $\Delta Hf = -297.39$ kJ mol^{-1}

AO_2 এর $\Delta Hf = -394.55$ kJ mol^{-1}

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফি কাকে বলে? ১

খ. K_c এর মান কখনও শূন্য হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের AB_2 এর গঠন তাপ বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের উদ্বৃত তথ্যসমূহ থেকে হেসের তাপ সমষ্টিকরণ সূত্রটি গাণিতিকভাবে প্রমান কর। ৪

৭১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না। কারণ ভরক্রিয়া সূত্রমতে একটি সাধারণ উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_c = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]}$$

এক্ষেত্রে যদি K_c এর মান শূন্য হতে হয় তবে উৎপাদ C ও D এর মধ্যে হয় C এর ঘনমাত্রা, [C] না হয় D এর ঘনমাত্রা, [D] এর মধ্যে অন্তত একটিকে শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে শেষ হতে হবে। কিন্তু বাস্তবে তা কখনোই সম্ভব হয় না।

সুতরাং সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না।

গ AB_2 এর দহন বিক্রিয়াটি,

$AB_2 + 3O_2 \longrightarrow AO_2 + 2BO_2$; $\Delta H_2 = -1109.17$ kJ

সুতরাং, AB_2 এর প্রমাণ দহন তাপ -1109 kJ/mol। যেখানে দেওয়া আছে, BO_2 ও AO_2 এর প্রমাণ সংগঠন তাপ যথাক্রমে, -297.39 kJ/mol ও -394.55 kJ/mol সুতরাং; $H_{(AO_2)} = -394.55$ kJ/mol

$H_{(BO_2)} = -297.39$ kJ/mol

সুতরাং, বিক্রিয়ায় এনথালপির পরিবর্তন ΔH_2 হলে,

ΔH_2 = [উৎপাদের এনথালপি] − [বিক্রিয়কের এনথালপি]

$= [H_{AO_2} + 2H_{BO_2}] - [H_{AB_2} + 3 \times H_{O_2}]$

$\Rightarrow H_{AB_2} = [H_{AO_2} + 2 \times H_{BO_2}] - 3 \times H_{O_2} - \Delta H_2$

$= [-394.55 + 2 \times (-297.39)] - 3 \times 0 - (-110g)$

$\therefore H_{AB_2} = 119.67$ kJ/mol

$\therefore AB_2$ এর গঠন এনথালপি 119.67 kJ/mol.

ঘ উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়াটি হচ্ছে,

$A + 2B + 3O_2 \longrightarrow AO_2 + 2BO_2$

বিক্রিয়াটির এনথালপির পরিবর্তন ΔH হলে, তা হবে,

ΔH = [উৎপাদের এনথালপি] − [বিক্রিয়কের এনথালপি]

$= [H_{AO_2} + 2 \times H_{BO_2}] - [H_A + 2 \times H_B + 3 \times H_{O_2}]$

$= [-394.55 + 2 \times (-297.39)] - [0 + (2 \times 0) + (3 \times 0)]$

$\therefore \Delta H = -989.33$ kJ

আবার, (ii) ও (iii) নং পথ অনুসরণ করে উপরোক্ত বিক্রিয়াটিকে দুই ধাপে সম্পন্ন করা যায়।

$A + 2B \longrightarrow AB_2$; $\Delta H_1 + + 119.67$ kJ ('গ' হতে)

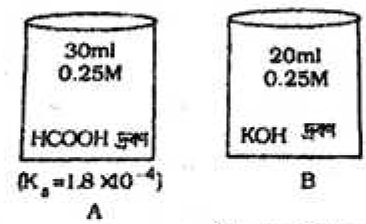
$AB_2 + 3O_2 \longrightarrow AO_2 + 2BO_2$; $\Delta H = -1109.17$ kJ

$\therefore \Delta H_1 + \Delta H_2 = (+119.67 - 1109.17)$ kJ

$= -989.5$ kJ $= \Delta H$

(ii) ও (iii) নং ধাপের এনথালপির যোগফল (i) নং ধাপের এনথালপির সমান। সুতরাং, উদ্দীপকের তথ্যাবলি হেসের সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ৭২



[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. দ্রাব্যতা কাকে বলে? ১

খ. লোনা ইলিশ পচে না কেন? ২

গ. A পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় করো। ৩

ঘ. A ও B দ্রবণদ্বয়কে মিশ্রিত করার পর মিশ্র দ্রবণে বাইরে থেকে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH এর কিরূপ পরিবর্তন ঘটবে? ব্যাখ্যা করো। ৪

৭২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ লোনা পানিতে NaCl থাকে যা ইশিলের ভেতর থেকে মুক্ত পানি বের করে রাখে ,এবং কোনো ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক ও অন্যান্য অণুজীব জন্মাতে দেয়না। তাই লোনা ইলিশ পচে না।

গ ১৩ (গ) নং সজৃনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৫ (ঘ) নং সজৃনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৩ $PCl_5(g) \xrightarrow[50°C]{10\ atm} PCl_3(g) + Cl_2(g)$; $\Delta H = +62.5$ kJ

PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা = 30%

[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. অরবিটাল কাকে বলে? ১

খ. Sc অবস্থান্তর মৌল নয় কেন? ২

গ. উপরের বিক্রিয়ার K_p এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. PCl_5 এর বিয়োজনকে কিভাবে সর্বোচ্চ মাত্রায় নেওয়া সম্ভব— তা যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো। ৪

৭৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ Sc একটি d-ব্লক মৌল হওয়া স্বত্বেও অবস্থান্তর মৌল নয়; কারণ যেসব d-ব্লক মৌলের কোনো স্থিতিশীল আয়নের বহিঃস্থ d অরবিটালের ইলেকট্রনীয় কাঠামো অপূর্ণ থাকে, তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলা হয়। কিন্তু Sc এর স্থিতিশীল আয়ন, Sc^{3+} এর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায়—

$Sc^{3+} \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

অর্থাৎ, Sc^{3+} আয়নে কোনো অপূর্ণ d অরবিটাল নেই। তাই Sc, d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা = 30%

$$PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$$

সাম্যাবস্থা : $1 - 0.3 \quad 0.3 \quad 0.3$

সাম্যমিশ্রণের মোট মোল সংখ্যা = $(0.7 + 0.3 + 0.3)$ mol
$= 1.3$ mol

PCl_3 এর আংশিক চাপ, $P_{PCl_3} = \left(\frac{0.3}{1.3} \times 10\right)$ atm
$= 2.3077$ atm

Cl_2 " " " $P_{Cl_2} = 2.3077$ atm.

PCl_5 " " " $P_{PCl_5} = \left(\frac{0.7}{1.3} \times 10\right)$ atm.
$= 5.3846$ atm.

$$\therefore K_p = \frac{P_{PCl_3} \times P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}}$$

$$\Rightarrow K_p = \frac{2.3077 \times 2.3077}{5.3846} \text{ atm}$$

$$\Rightarrow K_p = 0.98902$$

$$\Rightarrow K_p = 0.989 \text{ atm}$$

ঘ $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g), \quad \Delta H = +62.5$ kJ

বিক্রিয়াটি একটি–

i. তাপহারী বিক্রিয়া

ii. উভমুখী বিক্রিয়া ও

iii. আয়তন বৃদ্ধির মাধ্যমে ঘটে (বিক্রিয়ক 1mol ও উৎপাদ 2 mol)

তাপমাত্রার প্রভাব : যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপহারী, তাই তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়াটি সামনের দিকে অগ্রসর হবে অর্থাৎ PCl_5 এর বিয়োজন বৃদ্ধি পাবে। ফলে PCl_3 ও Cl_2 গ্যাস উৎপন্ন হবে।

চাপের প্রভাব : বিক্রিয়াটি একটি গ্যাসীয় বিক্রিয়া ও আয়তন বৃদ্ধির মাধ্যমে ঘটে। তাই চাপ কমালে PCl_5 এর বিয়োজন বাড়বে।

উৎপন্ন উৎপাদ অপসারণ : উৎপন্ন উৎপাদ Cl_2 ও PCl_3 এর যেকোন একটিকে বিক্রিয়াস্থল থেকে সরালে PCl_5 এর বিয়োজন বৃদ্ধি পাবে।

অতএব, তাপমাত্রা বৃদ্ধি, চাপ কমানো ও উৎপাদ সরানোর মাধ্যমে PCl_5 এর বিয়োজন মাত্রা সর্বোচ্চ পর্যায়ে নেওয়া সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ৭৪ 'A' দুই কার্বন বিশিষ্ট একটি মনোকার্বক্সিলিক এসিড যার দহনে তাপের মান –875.5 kJ/ mole. কার্বন এবং হাইড্রোজেনের দহন তাপের মান যথাক্রমে –393.5 kJ/mole এবং –285.85 kJ/mol.

[ভিকারুন নিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. Ni^{2+} আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস লিখ। ১

খ. বিশুদ্ধ পানির pH এর মান 7 কেন? ২

গ. আখের রস থেকে 10% 'A' প্রস্তুতি সমীকরণসহ বর্ণনা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য ব্যবহার করে হেসের তাপ সমষ্টিকরণ সূত্রটি প্রমাণ করা সম্ভব কী? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $_{28}Ni^{2+} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^0$

খ কোনো দ্রবণের pH এর মান নির্ভর করে ঐ দ্রবণে বিদ্যমান H^+ এবং OH^- আয়নের মোলার ঘনমাত্রার উপর। বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন $[H^+]$ এবং $[OH^-]$ এর ঘনমাত্রা প্রায় সমান হওয়ায় এর আয়নিক গুণফলের সমীকরণ দাঁড়ায়– $[H^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$

বা, $[H^+]\,[H^+] = 10^{-14}$

$\therefore \quad [H^+] = 10^{-7}$

এখন উভয়পাশে –log নিলে পাওয়া যায় $-\log\,[H^+] = -\log 10^{-7}$

বা, pH = 7

অর্থাৎ বিশুদ্ধ পানির pH = 7।

সুতরাং বলা যায়, বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন আয়নদ্বয়ের ঘনমাত্রা সমান হওয়ায় বিশুদ্ধ পানির pH হয় 7।

গ ৬ (গ) নং সজৃনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ দুই কার্বন বিশিষ্ট মনোকার্বোক্সিলিক এসিড ইথানয়িক এসিড (CH_3COOH)

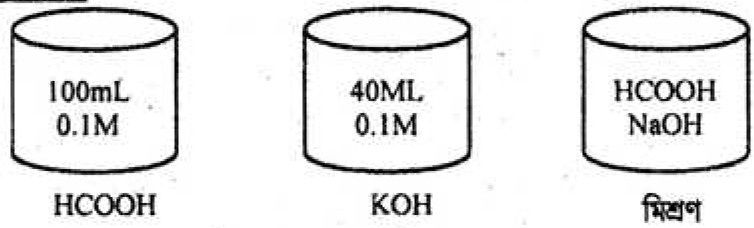
i. $CH_3COOH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H = -875.5$ kJ/mol

ii. $C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad \Delta H = -393.5$ kJ/mol

iii. $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow H_2O \quad \Delta H = -285.5$ kJ/mol

প্রদত্ত ডাটার মাধ্যমে হেসের সূত্র প্রতিষ্ঠা করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ৭৫



$K_a = 1.8 \times 10^{-4}$

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

ক. ভরক্রিয়ার সূত্রটি লিখ। ১

খ. প্রশমন তাপ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. মিশ্রণের pH নির্ণয় কর। ৩

ঘ. মিশ্রণে সামান্য এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH এর কী পরিবর্তন ঘটে? ব্যাখ্যা কর। ৪

৭৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ সাধারণ তাপমাত্রায় 1.0 মোল এসিডকে 1.0 মোল ক্ষার দ্বারা বা বিপরীতভাবে 1.0 মোল ক্ষারকে 1.0 মোল এসিড দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করতে যে পরিমাণ তাপের পরিবর্তন ঘটে, তাকে প্রশমন তাপ বলে।

যেমন : $HNO_3 + NaOH \longrightarrow NaNO_3 + H_2O\,;\ \Delta H = -57.22$ kJ

$HCl + LiOH \longrightarrow LiCl + H_2O;\ \Delta H = -57.27$ kJ

গ ২৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৬ 30°C তাপমাত্রায় 2atm চাপে PCl_5 এর 15% বিয়োজিত হয়।

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

ক. আবিষ্ট প্রভাবক কী? ১

খ. রাসায়নিক সাম্যাবস্থায় একটি গতিশীল অবস্থা ব্যাখ্যা কর। ২

গ. রাসায়নিক Kp এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বিক্রিয়াটির Kp ও Kc এর সম্পর্ক নিরূপন কর। ৪

৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একটি বিক্রিয়কের প্রভাবে যদি অপর একটি বিক্রিয়ক প্রভাবিত হয় তবে প্রথম প্রভাবকটিকে আবিষ্ট প্রভাবক বলে।

খ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সাম্যবস্থায় যদিও বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহের পরিমাণ পরিবর্তিত হয় না তথাপি সম্মুখ বিক্রিয়া ও বিপরীত বিক্রিয়া সমগতিতে চলতে থাকে। এ অবস্থাকে সাম্যাবস্থার উভমুখী বিক্রিয়ার গতিশীলতা বলে। সাম্প্রতিককালে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করে সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ার গতিশীলতা প্রমাণ করা হয়েছে। যেমন Ag^+ আয়নের দ্রবণে Fe(II) লবণের দ্রবণ যোগ করলে ধাতব Ag(s) এবং Fe^{+3} এর দ্রবণ তৈরি হয়ে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয়। এতে Ag(s) তেজস্ক্রিয় যোগ করলে দ্রবণে পুনরায় তেজস্ক্রিয় $\dot{Ag}^{+}$ উপস্থিতি টের পাওয়া যায়। এ থেকে প্রমাণিত হয় সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হওয়ার পর ও উভমুখী বিক্রিয়া চলতে থাকে।

$$Ag^+ + Fe^{2+} \rightleftharpoons Ag(s)\downarrow + Fe^{3+}$$

$$Ag(s) + Fe^{3+}(aq) + \dot{Ag}(aq) \rightleftharpoons \dot{Ag} + Fe^{2+}(aq) + Ag^+(aq)$$

গ ১৮ নং প্রশ্নের 'গ' নং দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৪ নং প্রশ্নের 'গ' নং এর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৭৭ $X_2(g) + 3Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_3(g) + 92kJ$
X এর পর্যায়-2, গ্রুপ-15

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

ক. দ্রাবক নিষ্কাশন কী? ১
খ. l ও m_l এর মান দ্বারা ২য় শক্তিস্তরের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় কর। ২
গ. X এর তৃতীয় শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবকের উপর চাপের প্রভাব ও ভ্যান্টহফের সূত্রের সাহায্যে তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৪

৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রাবকে দ্রবীভূত একাধিক যৌগের মিশ্রণ থেকে সুনির্দিষ্ট উপযোগী দ্রাবক দ্বারা নির্দিষ্ট দ্রবকে মিশ্রণ থেকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে দ্রাবক নিষ্কাশন বলে।

খ নিম্নে l ও m এর মান দ্বারা ২য় শক্তিস্তরের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা নির্ণয় করা হলো—

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	প্রধান শক্তিস্তর n	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l = (n-1)$	উপস্তর	উপস্তরের সংখ্যা	চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	অরবিটাল সংখ্যা	উপস্তরে ইলেকট্রনের সংখ্যা $= 2(2l+1)$	মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা
L	n = 2	$l = 0$ 1	3s 2p	2	0 −1, 0, +1	1 3	$2(2\times0+1) = 2$ $2(2\times1+1) = 6$	8

সুতরাং, ২য় শক্তিস্তরের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা ৪।

গ 'X' মৌলটি হচ্ছে নাইট্রোজেন (N) এর তৃতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ নিম্নে নির্ণয় করা হলো—

এখানে, n = 3
$h = 6.624 \times 10^{-27}$ erg.sec
$z = 7$
$e = 4.8 \times 10^{-10}$ esu
$m = 9.1 \times 10^{-28}$ g

$$\therefore r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2ze^2m}$$
$$= \frac{3^2 \times (6.624 \times 10^{-27})^2}{4 \times (3.14)^2 \times 3 \times (4.8 \times 10^{-10})^2 \times (9.1 \times 10^{-28})}$$
$$= 6.8027 \times 10^{-9} \text{ cm}$$
$$= 6.8027 \times 10^{-11} \text{ m}$$
$$= 6.8027 \times 10^{-2} \text{ nm}$$

ঘ ২৭(ঘ) + ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৮ $CH_4 + 2O_2 \rightarrow X + 2H_2O, \Delta H = -890 kJ/mol$
$C_2H_6 + 5.SO_2 \rightarrow 2X + 2H_2O, \Delta H = -1610 kJ/mol$

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

ক. হাইব্রিডাইজেশন কী? ১
খ. Na^+ গঠিত হলেও Na^{2+} গঠিত হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. X-এর সংকরণ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. CH_4 ও C_2H_6 এর মধ্যে কোনটি জ্বালানি হিসেবে উত্তম, উদ্দীপকের মানের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

৭৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুই বা ততোধিক ভিন্ন কিন্তু কাছাকাছি শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটাল তৈরির প্রক্রিয়াকে সংকরায়ন বা হাইব্রিডাইজেশন বলে।

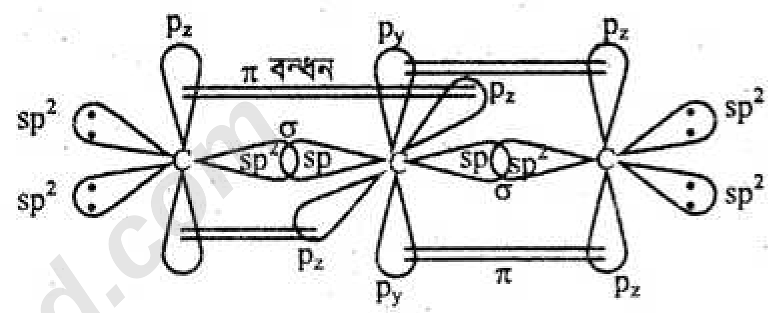
খ Na পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, ৩য় পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের পরমাণু অপেক্ষা বেশি হওয়ায়, Na এর প্রথম আয়নীকরণ শক্তি কম হয়। Na^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস Ne এর অনুরূপ হওয়ায় ইলেকট্রন বিন্যাসটি স্থিতিশীল হয়। Na^+ আয়নের ব্যাসার্ধ (0.095 nm) এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.157 nm অপেক্ষা কম। তাই Na^+ এর বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় ফলে Na^+ আয়নস্থ বহিঃস্থ কক্ষপথ হতে ইলেকট্রন অপসারণে প্রচুর শক্তির (4562 kJ/mol) প্রয়োজন হয় বিধায় Na^+ হতে আরও একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে Na^{2+} গঠন সম্ভবপর নয়।

গ 'X' যৌগটি হচ্ছে CO_2
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
CO_2 গঠনকালে কার্বন পরমাণুতে sp সংকরণ ঘটে।

$C(6) \rightarrow 1s^22s^22p_x^12p_y^1$
$^*C(6) \rightarrow 1s^22s^12p_x^12p_y^12p_z^1$
sp সংকরণ

$O(8) \rightarrow 1s^22s^22p_x^22p_y^12p_z^1$
sp^2 সংকরণ

কার্বন পরমাণুতে সৃষ্ট হাইব্রিড sp অরবিটালদ্বয় অক্সিজেন পরমাণুতে সৃষ্ট sp^2 অরবিটালদ্বয়ের যেটিতে একটি ইলেকট্রন থাকে তার সাথে যুক্ত হয়। অপরদিকে বাকি দুটি অসংকরিত অরবিটালের একটি পাশাপাশি অধিক্রমন করে π বন্ধন গঠন করে।



চিত্র: CO_2 এর অরবিটাল চিত্র

সুতরাং, C পরমাণুতে sp সংকরণ হওয়ায় CO_2 এর গঠন হয় সরলরৈখিক।



ঘ ৩৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৯



NaOH এর 30mL দ্রবণ দ্বারা
40mL H_2SO_4 প্রশমিত হয়

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

ক. পরিষ্কারক মিশ্রণ কী? ১
খ. প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ ব্যাখ্যা কর। ২
গ. NaOH এর ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের মান হতে H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা নির্ণয় সম্ভব ব্যাখ্যা কর। ৪

৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্রোমিক এসিড ($K_2Cr_2O_7$ + গাঢ় H_2SO_4) কে পরিষ্কারক মিশ্রণ বলে।

খ যে সব পদার্থের দ্রবণের ঘনমাত্রা বায়ুর উপাদান দ্বারা সহজে আক্রান্ত হয় না এবং দীর্ঘদিন পর্যন্ত যাদের ঘনমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে তাদেরকে প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে। যেমন: $K_2Cr_2O_7$, Na_2CO_3। এজন্যই এই দ্রবণগুলো প্রমাণ দ্রবণ তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

গ আমরা জানি,

$$C = \frac{10x}{M}$$
$$= \frac{10 \times 10}{40} \text{ mol L}^{-1}$$
$$= 2.5 \text{ mol L}^{-1}$$

এখানে,
x = 10
M = 40
C = ?

গ উদ্দীপকের মান হতে H_2SO_4 এর ঘনমাত্রা নির্ণয়:

$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

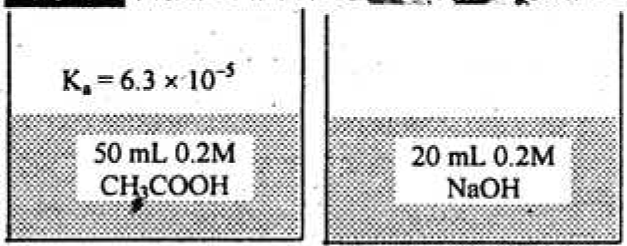
$$\frac{V_a \times S_a}{V_b \times S_b} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{40 \times S_a}{30 \times 2.5} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore S_a = 0.9375 \text{ M}$$

এখানে,
$V_b = 30$ mL
$S_b = 2.5$ M
$V_a = 40$ mL
$S_a = ?$

প্রশ্ন ▶৮০ নিচের উদ্দীপকটি দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক. বিক্রিয়ার হার কী? ১

খ. এসিডে সরাসরি পানি যুক্ত কর হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ১নং পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণ দুটির মিশ্রণে সামান্য তীব্র এসিড বাফার দ্রবণ যোগ করলে মিশ্রণের pH এর পরিবর্তন হবে কী? ব্যাখ্যা কর। ৪

৮০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক সময়ে একটি বিক্রিয়ার বিক্রিয়কসমূহের ঘনমাত্রা কতটুকু হ্রাস পায় বা উৎপন্ন পদার্থের ঘনমাত্রা কতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বিক্রিয়ার গতি বলে।

খ তীব্র এসিডে পানি যোগ করা যায় না কারণ এতে প্রচুর পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয় যা এসিডের বিকার বা পাত্রকে নষ্ট করে দেয়।

গ ৭ নং প্রশ্নের 'গ' নং অনুরূপ।

ঘ ৭ নং প্রশ্নের 'ঘ' নং দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶৮১

$XCl_5 (g) \xrightleftharpoons{\Delta} XCl_3 (g) + Cl_2; \Delta H = +ve$

বিক্রিয়াটির জন্য প্রাপ্ত ফলাফল সমূহ উল্লেখ করা হল:

তাপমাত্রা	চাপ	XCl_5 (g) বিয়োজন মাত্রা (α)
25°C	1atm	80%

[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১

খ. H_2SO_4 সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ কেন? ২

গ. বিক্রিয়াটির জন্য সাম্যধ্রুবক Kp এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চাপ 1 atm থেকে 2 atm এ পরিবর্তনের ফলে বিয়োজন মাত্রার পরিবর্তন নির্ণয় কর এবং যৌক্তিক কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

৮১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ H_2SO_4 একটি সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। কারণ–

i. গাঢ় H_2SO_4 পানিগ্রাহী তরল পদার্থ।

ii. এটি অত্যন্ত ক্ষয়কারক। নিক্তির সংস্পর্শে নিক্তির ক্ষয় সাধন করে। তাই একে রাসায়নিক নিক্তিতে ওজন করা হয় না।

গ বিক্রিয়াটি,

$$XCl_5 \xrightleftharpoons{\Delta} XCl_3 + Cl_2$$

শুরুতে	1	0	0
সাম্যাবস্থায়	1–0.8 = 0.2	0.8	0.8

[α = 0.8]

সাম্যাবস্থার মোট মোল সংখ্যা = 0.2 + 0.8 + 0.8 = 1.8

$$Kp = \frac{\frac{0.8}{1.8} \times 1 \times \frac{0.8}{1.8} \times 1}{\frac{0.2}{1.8} \times 1} \text{atm}$$

[illegible].35 atm

ঘ বিক্রিয়া,

$$XCl_5 \xrightleftharpoons{\Delta} XCl_3 + Cl_2$$

শুরুতে	1	0	0
সাম্যাবস্থায়	1–α	α	α

[ধরি, নতুন বিয়োজন মাত্রা α]

সাম্যাবস্থার মোট মোল সংখ্যা = (1–α + α + α) mol = (1 + α) mol

আংশিক চাপ,

$$P_{XCl_3} = \frac{\alpha}{1+\alpha} \times 2 \text{ atm}$$

$$P_{Cl_2} = \frac{\alpha}{1+\alpha} \times 2 \text{ atm}$$

$$P_{XCl_5} = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \times 2 \text{ atm}$$

$$\therefore Kp = \frac{P_{XCl_3} \times P_{Cl_2}}{P_{XCl_5}}$$

$$\Rightarrow 0.35 = \frac{\frac{2\alpha}{1+\alpha} \times \frac{2\alpha}{1+\alpha}}{\frac{2(1-\alpha)}{1+\alpha}}$$

$$\Rightarrow 0.35 = \frac{2\alpha^2}{1-\alpha^2}$$

$$\Rightarrow 2\alpha^2 + 0.35\alpha^2 - 0.35 = 0$$

$$\Rightarrow 1.65\alpha^2 = 0.35$$

$$\Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{0.35}{1.65}} = 0.46$$

$$\therefore \alpha = 0.46$$

সুতরাং বিয়োজন মাত্রা (0.8 – 0.46) = 0.34 বা, 34% কমে যাবে।

প্রশ্ন ▶৮২ A এবং B যথাক্রমে এক ও দুই কার্বন বিশিষ্ট দুটি সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন। উভয় যৌগ দহনের পর C (গ্যাস) এবং D (গ্যাস) উৎপন্ন করে। A, B, C, D এর গঠন তাপ হল—74.89–84.52.-393.30 এবং -220.0kJ mol[1] *[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]*

ক. ভর-ক্রিয়া সূত্র কী? ১

খ. খাবার লবণের কেলাসনে গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. C যৌগের গঠন হেসের সূত্র মেনে চলে-ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. জ্বালানি হিসাবে A ও B এর মধ্যে কোনটি উত্তম-বিশ্লেষণ কর। ৪

৮২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ বিশুদ্ধ NaCl কেলাসনে কেলাস সম্পন্ন করার জন্য শীতল দ্রবণে গাঢ় HCl এর কয়েক ফোঁটা যোগ করা হয়। এর ফলে দ্রবণে Cl^- এর ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ফলশ্রুতিতে আয়নিক গুণফল বৃদ্ধি পায় এবং দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। তাই শর্তানুসারে আয়নিক গুণফলের মান দ্রাব্যতা গুণফল থেকে বেশি হওয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হবে।

গ উদ্দীপকের C যৌগটি হলো CO_2। CO_2 এর গঠন হেসের সূত্র মেনে চলে।

C(s) এবং O_2(g) সরাসরি একধাপে বিক্রিয়া করে যখন CO_2(g) উৎপন্ন করে তখন বিক্রিয়া তাপ ΔH = – 393.5 kJ/mol.

সরাসরি একধাপে:

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \Delta H = -393.5$ kJ/mol.

আবার $C(s)$ এবং $O_2(g)$ যদি দুই ধাপে বিক্রিয়া করে $CO_2(g)$ উৎপন্ন করে তবে বিক্রিয়া এনথালপি নিম্নরূপ হয়–

১ম ধাপে: $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H_1 = -110.5$ kJ

২য় ধাপে: $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H_2 = -283.0$ kJ

∴ দেখা যাচ্ছে সরাসরি এক ধাপে বিক্রিয়া তাপ

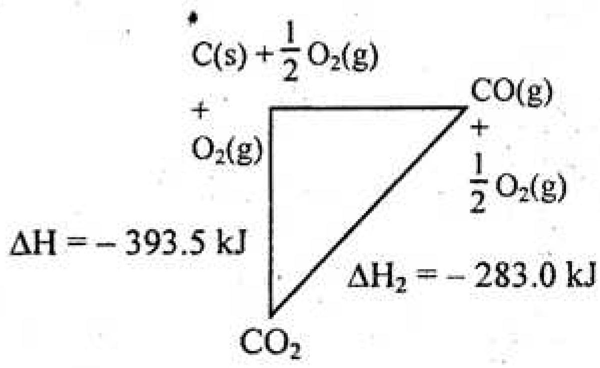
$\Delta H = -393.$ kJ

যা দুই ধাপে বিক্রিয়া তাপ $\Delta H_1 + \Delta H_2$

$= [-110.5 + (-283.0)]$ kJ

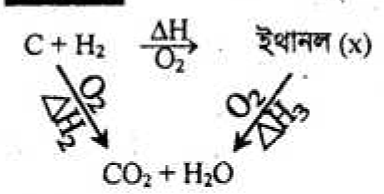
$= -393.5$ kJ একই মান

∴ উপরোক্ত তথ্য থেকে হেসের সূত্রটি প্রমাণিত হলো।



ঘ ২৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৮৩



যেখানে,
$\Delta H^\circ f(CO_2) = -395$ kJ/ mol
$\Delta H^\circ f(H_2O) = -286$ kJ/ mol
$\Delta H^\circ c(C_2H_5OH) = -1350$ kJ/ mol

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. MRI কী? ১
খ. ফিউম হুড এর কার্যনীতি ব্যাখ্যা কর। ২
গ. প্রমান কর যে, X এর সংগঠন তাপ ঋণাত্মক (–ve) হবে। ৩
ঘ. X যৌগের বিভিন্ন মৌলসমূহের ইলেকট্রন আসক্তি এবং তড়িৎ ঋণাত্মকতা একই হবে কিনা, ব্যাখ্যা কর। ৪

৮৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MRI এর পূর্ণরূপ Magnetic Resonance Imaging।

খ ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষা-নিরীক্ষা করার সময় বিষাক্ত, ক্ষতিকর ও দুর্গন্ধযুক্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়। এরূপ পরীক্ষাগুলো ফিউম হুডের মধ্যে সম্পন্ন করা হয়। ফিউম হুডের বৈদ্যুতিক সুইস অন করে একে সক্রিয় করা হয়। ফলে উৎপন্ন সব ধরনের বিষাক্ত গ্যাস, ধোঁয়া ও অস্বাস্থ্যকর বায়ু ল্যাবরেটরি থেকে অপসারিত হয়। ল্যাবরেটরিতে যদি ক্রমাগত H_2S গ্যাসকে সরবরাহ করার প্রয়োজন পড়ে তবে সেক্ষেত্রে অবশ্যই ফিউম হুডের ব্যবহার করা অতি জরুরি। অতি ঘন H_2SO_4, HNO_3 ও HCl দ্রবণকে লঘু করার ক্ষেত্রে ফিউম হুড ব্যবহার করাই শ্রেয়। লিকার অ্যামোনিয়াকে লঘু করার ক্ষেত্রেও ফিউম হুড ব্যবহার করা উচিত। ফিউম হুডের কাজ শেষ হলে বৈদ্যুতিক সুইচ বন্ধ করে দিতে হয় এবং সামনের গ্লাস টেনে নিচে নামিয়ে দিতে হয়।

গ $C_2H_5OH + \frac{7}{2}O_2 = 2CO_2 + 23H_2O$ $\Delta H_c^0 = -1350$ kJ/mol

এখানে ΔH_c^0, C_2H_5OH এর দহন এনথালপি।

আমরা জানি,

ΔH_c^0 = [উৎপাদনের এনথালিপি] – [বিক্রিয়কের এনথালপি]

$\Rightarrow \Delta H_c^0 = [\Delta H^0_{f(CO_2)} \times 2 + \Delta H^0_{f(H_2O)} \times 3] - [\Delta H^0_{f(C_2H_5OH)} + \Delta H^0_{f(O_2)} \times \frac{7}{2}]$

$\Rightarrow -1350 = -395 \times 2 + (-286) \times 3 - \Delta H^0_{f(C_2H_5OH)} - 0$

$\Rightarrow \Delta H^0_{f(C_2H_5OH)} = -298$

সুতরাং X তথা ইথানলের সংগঠন তাপ – 298kJ/mol যা (–ve)।

ঘ X যৌগ তথা C_2H_5OH এ C, H ও O পরমাণু বিদ্যমান।

H একটি ক্ষুদ্র পরমাণু। এর নিউক্লিয়াসে একটি প্রোটন থাকায় সর্ববহিঃস্থ স্তরের একটি ইলেকট্রনের প্রতি এর আকর্ষণ কম। H এর ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হওয়ার প্রবণতা কম। এর ইলেকট্রন আসক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মক C ও O অপেক্ষা কম।

O ও C একই পর্যায়ে মৌল। O এর আকার C অপেক্ষা ছোট। O এর সর্ববহিঃস্থ স্তর অষ্টকপূর্ণ করতে 2টি ইলেকট্রন প্রয়োজন। কার্বনের ক্ষেত্রে 4টি ইলেকট্রন প্রয়োজন। O এর আকার C অপেক্ষা ছোট এবং O এর সর্ববহিস্থ স্তর অষ্টক পূরণ করতে C অপেক্ষা কম ইলেকট্রন লাগায় O এর ইলেকট্রন আসক্তি C অপেক্ষা বেশি।

অর্থাৎ C, H ও O এর ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম $O > C > H$

H এর পারমাণবিক সংখ্যা C ও O অপেক্ষা কম হওয়ায় যৌগে শেয়ারকৃত ইলেকট্রনযুগল আকর্ষণের ক্ষমতা C ও O অপেক্ষা কম। কার্বন ও অক্সিজেন একই পর্যায়ে মৌল। O, C অপেক্ষা ডানে অবস্থিত। একই পর্যায়ে যতই ডানে যাওয়া যায় পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে নিউক্লিয়াসে নতুন কোন শক্তিস্তর যুক্ত হয় না, কিন্তু নিউক্লিয়াসে ঋণাত্মক চার্জের পরিমাণ বৃদ্ধি পাওয়ায় সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বেড়ে যায়। এজন্য O এর ক্ষেত্রে C অপেক্ষা যৌগ শেয়াকৃত ইলেকট্রন যুগলের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বেড়ে যায় তথা তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেড়ে যায়।

অর্থাৎ, C, H ও O এর তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম $O > C > H$

প্রশ্ন ▶ ৮৪ 0.2M H COOH এর 50 mL দ্রবণে এটি 9.5% বিয়োজিত হয়। উক্ত দ্রবণে 0.1M 10 mL KOH যোগ করে বাফার দ্রবণ (x) প্রস্তুত করা হলো। H_2SO_4 এসিডের বিয়োজন ধ্রুবক = 10^3 একক।

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. গলনাংক কাকে বলে? ১
খ. সমআয়ন প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২
গ. প্রমাণ কর যে, HCOOH, H_2SO_4 অপেক্ষা দুর্বল এসিড। ৩
ঘ. প্রদত্ত X দ্রবণে, সামান্য H_2O/OH^- যোগ করা হলে তার প্রকৃতির কোন পরবির্তন হবে কি? ৪

৮৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তাপমাত্রায় কোন একটি পদার্থ গলতে শুরু করে তাকে গলনাংক বলে।

খ দ্রবণে সমআয়ন উপস্থিত থাকলে কোনো লবণের দ্রাব্যতার যে পরিবর্তন ঘটে তাকে সমআয়ন প্রভাব বলে। যেমন: NaCl এর জলীয় দ্রবণে যদি AgCl দ্রবীভূত করা হয় তাহলে উভয় যৌগের সাধারণ আয়ন Cl^- এর পরিমাণ বেড়ে যাবে ও NaCl এর দ্রাব্যতার হ্রাস পাবে। এটিই সমআয়ন প্রভাব।

গ HCOOH এসিডটি নিম্নোক্ত উপায়ে বিয়োজিত হয়।

$HCOOH = HCOO^- + H^+$

HCOOH এর বিয়োজন মাত্রা $\propto = 9.5\% = 0.095$

HCOOH এর ঘনমাত্রা $C = 0.2$ M

∴ HCOOH এর বিয়োজন ধ্রুবক $K_a = \alpha^2 C$
$= (0.095)^2 \times 0.2$
$= 1.805 \times 10^{-3}$ একক

H_2SO_4 এর বিয়োজন ধ্রুবক $= 10^3$ একক।

HCOOH এর বিয়োজন ধ্রুবক, H_2SO_4 এর বিয়োজন ধ্রুবক অপেক্ষা কম।

অতএব, HCOOH, H_2SO_4 অপেক্ষা দুর্বল এসিড।

ঘ ৩৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶৮৫ $X(l) + 2O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$
$\Delta H = -867$ kJ/mol
$Y(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(l)$
$\Delta H = -1367$ kJ/mol

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. LNG কি? ১

খ. দ্রবণ তাপের মান ভিন্ন ভিন্ন হয় কেন? ২

গ. আখের রস থেকে কিভাবে মল্ট (X) যৌগ পাওয়া যায়— ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. শিল্পক্ষেত্রে, জ্বালানি হিসেবে x & y এর কোনটি অধিক উপযোগী বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক LNG হলে "Liquified Natural Gas" এর সংক্ষিপ্ত রূপ।

খ কোন দ্রব যখন উপযুক্ত দ্রাবকে দ্রবীভূত তখন সাধারণত তাপের উদ্ভব বা শোষণ ঘটে। দ্রবণ তাপের মান ভিন্ন ভিন্ন হওয়ার কারণ নিম্নরূপ–

- দ্রব এবং দ্রাবকের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হলে দ্রবণ তাপ ΔH_S এর মান ঋণাত্মক হয়।
- দ্রব এবং দ্রাবকের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত না হলে দ্রবণ তাপ ΔH_S = ধনাত্মক হয়।
- যে সব লবণ পানিতে দ্রবীভূত হওয়ার সময় এর সঙ্গে পানি যুক্ত হয়ে যায় সে ক্ষেত্রে তাপের উদ্ভব হয় অর্থাৎ ΔH_S = ঋণাত্মক হয়।
  $CuSO_4(s) + 2H_2O(l) \rightarrow CuSO_4.\ 5H_2O(aq)\ \Delta H = -66.04$ kJ
- কেলাস পানিযুক্ত পদার্থ পানিতে দ্রবীভূত করলে তাপের শোষণ ঘটে। অর্থাৎ ΔH = ধনাত্মক হয়।

$$CuSO_4.5H_2O(s) \xrightarrow{H_2O_{(l)}} CuSO_4.5H_2O(aq) \quad \Delta H = -11.70 \text{ kJ}$$

$$CaCl_2.6H_2O(s) \xrightarrow{H_2O_{(l)}} CaCl_2.6H_2O(aq) \quad \Delta H = +19.06 \text{ kJ}$$

গ আখের রস থেকে মল্ট ভিনেগার প্রস্তুত করার উপায় নিম্নরূপ :

সুক্রোজের জলীয় দ্রবণে মল্ট বা ঈস্ট যুক্ত করলে এক ধরনের এনজাইম নিঃসৃত হয়। যা ফারমেন্টেশন বা গাজন পদ্ধতিতে আখের রসে বিদ্যমান চিনিকে ($C_{12}H_{22}O_{11}$) আর্দ্র বিশ্লেষিত করে প্রথমে ইথানল এবং পরবর্তীতে ইথানোয়িক এসিডে পরিণত করে। ইথানোয়িক এসিডের ৬ থেকে ১০% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[37°C]{\text{ইনভারটেজ}} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ (ইনভার্ট চিনি)

$$2C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[20°C - 24°C]{\text{জাইমেজ}} 4C_2H_5OH + 4CO_2$$

ইথানল

$$2C_2H_5OH + 2O_2 \xrightarrow{\text{ব্যাকটেরিয়া}} 2CH_3COOH + H_2O$$

অ্যাসিটিক এসিড

ঘ উদ্দীপকে X ও Y যৌগ দুটি যথাক্রমে CH_3COOH ও C_2H_4।

CH_3COOH এর একমোল = 60g

C_2H_4 এর একমোল = 28g

$CH_4COOH + 2O_2 = 2CO_2 + 2H_2O;\ \Delta H = -867$ kJ/mol

$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O;\ \Delta H = -1367$ kJ/mol

60g CH_3COOH [illegible] তাপ উৎপন্ন হয় 867 kJ

∴ 1g „ „ „ „ „ $\frac{867}{60}$ kJ
= 14.45 kJ

আবার,

28g C_2H_4 পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয় 1367 kJ

∴ 1g „ „ „ „ „ $\frac{1367}{28}$ kJ
= 48.82 kJ

সুতরাং 1g C_2H_4 পোড়ালে যে তাপ উৎপন্ন হয় তা 1g CH_3COOH পোড়ানোর ফলে উৎপন্ন তাপের থেকে বেশি।

অর্থাৎ শিল্পক্ষেত্রে, জ্বালানী হিসেবে C_2H_4 তথা Y বেশি উপযোগী।

প্রশ্ন ▶৮৬ (i) কোন একটি যৌগ A যার IUPAC নাম সোডিয়াম টেট্রাসায়ানো জিংকেট (II)।

(ii) N_2O_5 এর বিয়োজনের ক্ষেত্রে সক্রিয়ন শক্তি, 60 kJ/mol এবং 25°C তাপমাত্রায় হার ধ্রুবক $= 3.5 \times 10^{-3} S^{-1}$।

[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. বাষ্প পাতন কাকে বলে? ১

খ. কৃত্রিম ফুড প্রিজারভেটিভস বলতে কি বুঝ? ২

গ. (ii) নং বিক্রিয়ায়, তাপমাত্রা দ্বিগুণ করা হলে হার ধ্রুবক কত হবে? ৩

ঘ. A যৌগটিতে বিভিন্ন ধরনের বন্ধনের প্রভাব মূল্যায়ন কর। ৪

৮৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল জৈব যৌগ পানিতে অদ্রবণীয় এবং ফুটন্ত পানিতে বিয়োজিত না হয়ে স্টীম প্রবাহে বাষ্পীভূত হয় তাদেরকে অনুদ্বায়ী অপদ্রব্যের মিশ্রণ থেকে স্টীম প্রবাহের মাধ্যমে পাতন করে পৃথকীকরণ করার পদ্ধতিকে বাষ্প পাতন বলে।

খ যেসব রাসায়নিক দ্রব্য খাদ্য সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয় তাদেরকে আমরা কৃত্রিম বা রাসায়নিক ফুড প্রিজারভেটিভস্ বলি। সময়ের সাথে সাথে এর ব্যবহার ও ব্যাপকতা বেড়েই চলেছে। এর কারণ হলো এরা খাদ্যের কার্যকরী অণুজীবগুলোকে ধ্বংস করে ও খাদ্য সংরক্ষণের আয়ুষ্কাল বাড়িয়ে দেয়। সাধারণত তিন ধরনের কৃত্রিম ফুড প্রিজারভেটিভস্ রয়েছে। যথা–

(ক) এন্টিমাইক্রোবিয়াল এজেন্ট; (খ) এন্টিঅক্সিডেন্ট এজেন্ট; (গ) কিলেটিং এজেন্ট।

গ আমরা জানি,

$$\log\frac{K_2}{K_1} = \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)$$

$$\Rightarrow \log\frac{K_2}{3.5 \times 10^{-3}} = \frac{60000 \times (323 - 298)}{2.303 \times 8.31 \times 298 \times 323}$$

$$\Rightarrow \log\frac{K_2}{3.5 \times 10^{-3}} = 0.81428$$

$$\Rightarrow K_2 = 2.28 \times 10^{-2} s^{-1}$$

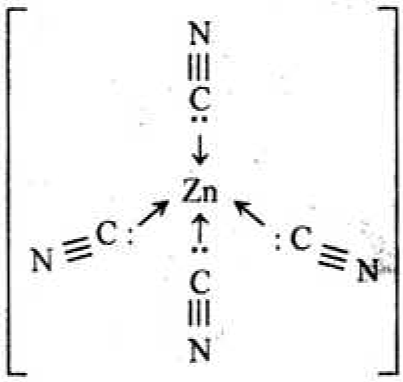
এখানে,
E_a = 60 kJ/mol
T_1 = 25°C = 298 K
$K_1 = 3.5 \times 10^{-3} s^{-1}$
T_2 = 50°C = 323 K
K_2 = ?

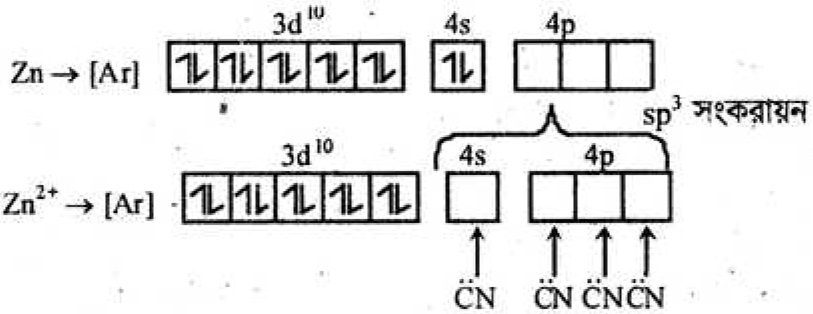
ঘ A যৌগটি হলো $Na_2[Zn(CN)_4]$

$Na_2[Zn(CN)_4]$ যৌগটি একটি আয়নিক যৌগ।

Na^+ আয়ন ও $[Zn(CN)_4]^{2-}$ জটিল আয়ন দ্বারা গঠিত। $[Zn(CN)_4]^{2-}$ জটিল আয়নটি সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন দ্বারা গঠিত হয়। চারটি CN মূলক Zn^{2+} আয়নকে চারটি মুক্তজোড় ইলেকট্রন দিয়ে সন্নিবেশ

সমযোজী বন্ধন গঠন করে। এক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু Zn এর সংকরায়ন হবে sp^3 এবং $[Zn(CN)_4]^{2-}$ জটিল আয়নটির আকৃতি হবে চতুস্তলকীয়।





CN^- মূলকটি একটি C – N সিগমা বন্ধন ও ২টি C – N পাই বন্ধন দিয়ে গঠিত। $C \equiv N^-$

প্রশ্ন ▶ ৮৭ $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g);\ \Delta H = +ve$

PCl_5 বিক্রিয়কটি 30°C তাপমাত্রায় এবং 1.5 atm চাপে 15% বিয়োজিত হয়। *[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]*

ক. সংকরণ কী? ১

খ. সালফেট আয়ন সনাক্তকরণ বেরিয়াম ক্লোরাইড অপেক্ষা বেরিয়াম নাইট্রেট এর ব্যবহার উত্তম কেন? ২

গ. উদ্দীপকে বিক্রিয়াটির K_c এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াটিতে তাপ ও চাপের পরিবর্তন ঘটলে উৎপাদের পরিবর্তন ঘটে কিনা? বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তরের ভিন্ন শক্তিস্তরের দুই বা ততোধিক অরবিটাল মিলে সমসংখ্যক এবং সমশক্তিসম্পন্ন নতুন অরবিটাল তৈরির প্রক্রিয়াকে সংকরণ বলে।

খ সালফেট আয়নের শনাক্তকরণে $BaCl_2$ এর পরিবর্তে $Ba(NO_3)_2$ ব্যবহার উত্তম, কারণ $BaCl_2$ ব্যবহার করলে সালফেট এবং লেড লবণের ক্ষেত্রে সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়। তাই এখানে সরাসরি সালফেট লবণের উপস্থিতি নিশ্চিত হওয়া যায় না।

অপরদিকে SO_4^{2-} আয়ন সনাক্তকরণে $Ba(NO_3)_2$ দ্রবণ ব্যবহার করলে শুধু SO_4^{2-} আয়নের ক্ষেত্রেই সাদা অধঃক্ষেপ সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে SO_4^{2-} আয়নের উপস্থিতি সম্পর্কে সম্পূর্ণরূপে নিশ্চিত হওয়া যায়।

$$Na_2SO_4 + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow \underset{\text{সাদা অধঃক্ষেপ}}{BaSO_4\downarrow} + 2NaNO_3$$

$$Pb(NO_3)_2 + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow \text{No reaction}$$

গ সমাধান :

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

প্রাথমিক অবস্থায় : 1 mol   0 mol   0 mol

সাম্যাবস্থায় : 1 – 15%   15%   15%

বা, 0.85 mol   0.15 mol   0.15 mol

∴ সাম্যাবস্থায় মোট মোলসংখ্যা = (0.85 + 0.15 + 0.15) mol = 1.15 mol

$$\therefore P_{PCl_5} = \frac{0.85}{1.15} \times 1.5\ \text{atm} = 1.11\ \text{atm}$$

$$\therefore P_{PCl_3} = \frac{0.15}{1.15} \times 1.5\ \text{atm} = 0.195\ \text{atm}$$

$$\therefore P_{PCl_2} = \frac{0.15}{1.15} \times 1.5\ \text{atm} = 0.195\ \text{atm}$$

$$\therefore K_p = \frac{0.195\ \text{atm} \times 0.195\ \text{atm}}{1.11\ \text{atm}} = 3.43 \times 10^{-2}\ \text{atm}$$

এখানে,

$R = 0.0821\ \text{LatmK}^{-1}\text{mol}^{-1}$

$T = (273 + 30)K = 303K$

$\Delta n = (2 - 1) = 1$

এখন, $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$

$$\Rightarrow K_c = \frac{3.43 \times 10^{-2}}{0.0821 \times 303}\ \text{molL}^{-1}$$

$$\therefore K_c = 1.38 \times 10^{-3}\ \text{molL}^{-1}$$

∴ বিক্রিয়াটির K_c এর মান $1.38 \times 10^{-3}\ \text{molL}^{-1}$

ঘ ১৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৮৮

A দ্রবণ	B দ্রবণ
25 mL 0.5 M CH_3COOH	20 mL 0.5 M NaOH

(CH_3COOH এর pKa এর মান 4.74)

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

ক. সাসপেনশন কী? ১

খ. সাম্য ধ্রুবকের মান কখনও শূন্য বা অসীম হতে পারে না– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 'A' দ্রবণের pH হিসাব কর। ৩

ঘ. 'A' ও 'B' দ্রবণের সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH এর মান কীভাবে অপরিবর্তিত থাকে? বিশ্লেষণ কর। ৪

৮৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5}cm এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C]\,[D]}{[A]\,[B]}$

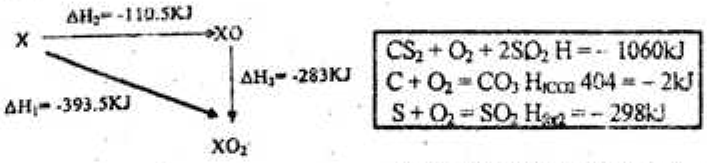
একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C]\,[D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A]\,[B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ ২৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৮৯



[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. দহন তাপ কি? ১

খ. কখন Kc অপেক্ষা Kp বড় হয়? ২

গ. উপাত্ত-ii ব্যবহার করে CS_2 এর গঠন তাপ বের কর। ৩

ঘ. উপাত্ত-i দিয়ে হেসের সূত্র প্রমাণ কর। ৪

৮৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে 1 মোল কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থকে অক্সিজেনে সম্পূর্ণরূপে দহন করলে তাপের যে পরিবর্তন ঘটে তাকে দহন তাপ বলে।

খ **Kc ও Kp এর সম্পর্ক:**

$Kp = Kc\,(RT)^{\Delta n}$

যেখানে, Δn = উৎপাদ ও বিক্রিয়ক অণুর সংখ্যার পার্থক্য।

সুতরাং, Δn এর মান 1 বা তার থেকে বেশি অর্থাৎ উৎপাদ অণুর সংখ্যা হতে বিক্রিয়ক অণুর সংখ্যার পার্থক্য 1 বা তার বেশি হলে K_c অপেক্ষা Kp বড় হয়।

গ ২০ (ঘ) সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ উদ্দীপকের উপাত্ত-i এ X হতে XO_2 উৎপাদনের দুটি পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। একধাপে X হতে XO_2 উৎপাদনের জন্য,

$$X(s) + O_2(g) \rightarrow XO_2(g)\ ;\ \Delta H_1 = -393.5\ kJ$$

অন্যদিকে দুই ধাপে XO_2 উৎপাদনের ক্ষেত্রে,

$$X(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow XO(g)\ ;\ \Delta H_2 = -110.5\ kJ$$

$$XO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow XO_2(g)\ ;\ \Delta H_3 = -283\ kJ$$

উভয়ক্ষেত্রেই বিক্রিয়ার সর্বশেষ অবস্থা $XO_2(g)$ এখানে,

$$\Delta H_2 + \Delta H_3 = -(110.5 + 283)\ kJ$$
$$= -383.5\ kJ$$
$$= \Delta H_1$$

হেসের সূত্র: যদি কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা একই বা স্থির থাকে তবে সে বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সম্পন্ন হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রেই বিক্রিয়া তাপ বা বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে। সুতরাং, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ হওয়ায় উপাত্ত-i হেসের সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ৯০ 27°C তাপমাত্রায় 1 atm চাপে N_2O_4 এর 25% বিয়োজিত হয় আবার 500°C তাপমাত্রায় 180 atm চাপে একটি সিলিন্ডারে 22% AB_3 বর্তমান। এক্ষেত্রে নিম্নের বিক্রিয়াটি ঘটে।

$$\frac{1}{2}A_2 + \frac{3}{4}B_2 \Leftrightarrow AB_3$$

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. ভর ক্রিয়া সূত্রটি কি? ১

খ. CAT অপেক্ষা MRI উত্তম কেন? ২

গ. তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ অর্ধেক করলে N_2O_4 এর বিয়োজন কী পরিবর্তন ঘটবে? ৩

ঘ. গাণিতিকভাবে দেখাও যে উদ্দীপকে ২য় বিক্রিয়াটির K_c ও K_p এর মান এক নয়। ৪

৯০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ CAT (Computerized Axial Tomography) অপেক্ষা MRI (Magretic Resonance Imaging) উত্তম। কারণ–

CAT ও MRI উভয়েই রেডিওলজিতে ব্যবহৃত এক চিত্রায়ন পদ্ধতি যার মাধ্যমে দেহের অভ্যন্তরীন কাঠামোর চিত্রায়ন করা হয়। কিন্তু CAT এ ব্যবহৃত রেডিয়েশনের পরিমাণ অতিরিক্ত হওয়ায় তা শরীরের ক্ষতি করে। কিন্তু MRI তে এই ঝুঁকি কম। তাই, MRI, CAT অপেক্ষা উত্তম।

গ ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি

	$\frac{1}{2}A_2$ +	$\frac{3}{2}B_2$ ⇌	AB_3
প্রাথমিক :	$\frac{1}{2}$ mol	$\frac{3}{2}$ mol	0
সাম্যাবস্থা :	$\frac{1}{2}(1-x)$mol	$\frac{3}{2}(1-x)$ mol	x mol

সাম্যাবস্থায় মোট মোল সংখ্যা $= \frac{1}{2}(1-x) + \frac{3}{2}(1-x) + x$

$$= \frac{1 - x + 3 - 3x + 2x}{2}$$
$$= \frac{4 - 2x}{2}$$
$$= 2 - x$$

$$\therefore P_{A_2} = \frac{1-x}{4-2x}.P$$

$$\therefore P_{B_2} = \frac{3(1-x)}{4-2x}.P$$

$$\therefore P_{AB_3} = \frac{x}{2-x}.P$$

$$\therefore K_p = \frac{P_{AB_3}}{P_{A_2}{}^{1/2} \times P_{B_2}{}^{3/2}}$$

$$= \frac{\frac{x}{2-x}.P}{\left(\frac{1-x}{4-2x}P\right)^{1/2}\left(\frac{3(1-x)}{4-2x}P\right)^{3/2}}$$

$$= \frac{x(4-2x)^2}{(2-x)(1-x)^2.3^{3/2}.P}$$

আবার, $\frac{x}{2-x} = 0.22$

$$\Rightarrow x = 0.36$$

$$\therefore K_p = \frac{0.36(4 - 2 \times 0.36)^2}{(2 - 0.36)(1 - 0.36)^2.3^{3/2}.180}\ atm^{-1}$$
$$= 2.53 \times 10^{-3}\ atm^{-1}$$

আবার, এখানে, $\Delta n = 1 - ({}^1/_2 + {}^3/_2)$
$$= -1$$

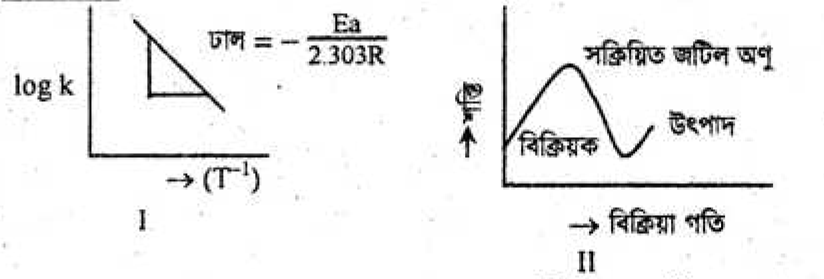
$\therefore Kp = Kc\,(RT)^{-1}$

$\Rightarrow Kc = Kp \times RT = 2.53 \times 10^{-3} \times (0.0821 \times 773)\ L\ mol^{-1}$

$\therefore Kc = 0.16\ L\ mol^{-1}$

সুতরাং, ২য় বিক্রিয়াটির Kp ও Kc এর মান ভিন্ন।

প্রশ্ন ▶ ৯১ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:



[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. এনথালপি কি? ১

খ. 35°C তাপমাত্রায় কোন লবণের দ্রাব্যতা 60 বলতে কী বোঝায়? ২

গ. উদ্দীপকের I নং প্রক্রিয়ায় বিক্রিয়ার ঢাল -2.872×10^3 হলে সক্রিয়ন শক্তি কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকের II-নং বিক্রিয়ার প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর। ৪

৯১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তির সাথে সিস্টেমের চাপ ও আয়তনের গুণফল (PV) শক্তি যোগ করলে যে মোট শক্তি পাওয়া যায় তাকে এনথালপি বলে।

খ 35°C তাপমাত্রায় কোন লবণের দ্রব্যতা 60 বলতে বুঝায় 35°C তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে 60 মোল ঐ লবণ দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী করে।

গ (i) নং প্রক্রিয়ায় যে গ্রাফ পাওয়া যায়,তার সমীকরণ

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303R} \times \frac{1}{T}$$

$\therefore$ এখানে ঢাল $= \frac{-Ea}{2.303R}$

E_a = সক্রিয়ন শক্তি

উদ্দীপক থেকে

$$\frac{-Ea}{2.303R} = -2.872 \times 10^3$$

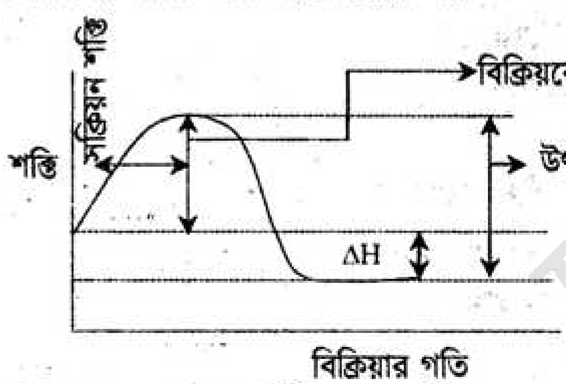
$\Rightarrow E_a = 2.303 \times 8.314 \times 2.872 \times 10^3$

$= 54964.13$

$= 5.4964 \times 10^4$ J

ঘ (ii) নং বিক্রিয়াটি তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া।

উদ্দীপকের গ্রাফটি লক্ষ করলে বোঝা যায়–



গ্রাফ থেকে দেখা যায় বিক্রিয়কের শক্তি E_A এর থেকে উৎপাদের শক্তি E_B এর পরিমাণ বেশি।

$\therefore \Delta H = E_A - E_B$

$\therefore$ যেহেতু $E_B > E_A$

$\therefore$ ΔH এখানে ঋণাত্মক

ΔH = – ve

$\therefore$ বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী।

প্রশ্ন ▶ ৯২ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলি উত্তর দাও:

$A(g) \longrightarrow B(g) + C(g)$

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. MSDS কী? ১

খ. 2d অর্বিটাল সম্ভব নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় 60%A বিয়োজিত হয় এবং সাম্যাবস্থায় মোট চাপ 3 atm হলে K_p কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি করার জন্য তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

৯২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক MSDS এর পূর্ণরূপ হচ্ছে Material Safety Data Sheet।

খ n = 2 হলে তা দ্বিতীয় প্রধান শক্তিস্তর

এখন, n = 2 হলে

$l = (n-1)$ ও 0

$= 1, 0$

অর্থাৎ $l = 0, 1$

আমরা জানি, $l = 0$ হলে উপশক্তিস্তর s

$l = 1$ " " p

ফলে ২য় প্রধান শক্তিস্তরে s ও p অরবিটাল সম্ভব। তাই 2d সম্ভব নয়।

গ $A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$

বিয়োজন মাত্রা 60%

	A(g)	⇌ B(g)	+ C(g)
প্রারম্ভ	1 মোল	0 মোল	0 মোল
	1 – 0.6	0.6	0.6
	0.4	0.6	0.6

মোট চাপ = 3atm

মোট মোল = 0.4 + 0.6 + 0.6

= 1.6

$P_A = \frac{0.4}{1.6} \times 3$

$P_B = \frac{0.6}{1.6} \times 3 \quad K_P = \frac{P_B \times P_C}{P_A}$

$P_C = \frac{0.6}{1.6} \times 3$

$$k_p = \frac{\frac{0.6}{1.6} \times \frac{0.6}{1.6} \times 3 \times 3}{\frac{0.4}{1.6} \times 3}$$

$= 1.6875$

ঘ বিক্রিয়াটি তাপ উৎপাদী না তাপহারী তা নির্দিষ্ট করে বলে দেয়া হয়নি। তাই তাপমাত্রার সাথে বিয়োজন মাত্রা কেমন পরিবর্তিত হবে তাও নির্দিষ্ট না।

অপরদিকে বিক্রিয়ায় উৎপাদের থেকে বিক্রিয়কে মোল সংখ্যা কম। তাই যদি চাপ দেয়া হয় তবে বিক্রিয়াটি বাম দিকে অগ্রসর হবে। তাই বিয়োজন মাত্রা বাড়ানোর লক্ষ্যে চাপ কমানো প্রয়োজন।

এছাড়া যদি বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি করা হয় তবে বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ▶ ৯৩ P ও Q দুটি সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যাদের আণবিক ভর যথাক্রমে 16 ও 30 এবং উভয়ই জ্বালানি হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এদের দহনে X ও Y উৎপন্ন হয়। P, Q, X ও Y এর প্রমাণ গঠন তাপ যথাক্রমে – 74.89, – 84.52, – 393.30 ও –220.2 $kJmol^{-1}$. ৪

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. ফুড লেকার কী? ১

খ. HNO_3 ও H_3PO_4 কোনটি অধিক শক্তিশালী অম্ল? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. P এর দহন তাপ – 890.3 $kJmol^{-1}$ হলে 1500 kJ তাপ উৎপন্ন করতে কি পরিমাণ অক্সিজেন লাগে? ৩

ঘ. P ও Q এর মধ্যে জ্বালানি হিসাবে কোনটি অধিক উপযোগী– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফুড লেকার হচ্ছে এমন এক ধরনের জৈব পদার্থ, যাকে ক্যানিং এর সময় খাদ্য বস্তু বহনকারী পাত্রের গায়ে এমনভাবে প্রলেপ দেয়া হয় যেন তা খাদ্য বস্তুকে ধাতব পদার্থের সংস্পর্শ হতে দূরে রাখে।

খ কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মানের উপর অক্সিএসিডের তীব্রতা নির্ভর করে। জারণ মান যত বেশি হবে তীব্রতা তত বেশি হবে। আবার জারণ মান একই হলে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার ছোট হবে সেটি তত তীব্র হবে। HNO_3 ও H_3PO_4 এডিসদ্বয়ে কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা একই হওয়ার সত্ত্বেও HNO_3 তীব্র এসিড। কারণ N এর আকার ছোট হওয়ায় এখানে চার্জ ঘনত্ব বেশি। ফলে তীব্রতা বেশি হয়।

গ P ও Q হাইড্রোকার্বনদ্বয় হচ্ছে CH_4 এবং C_2H_6। নিম্নে P এর দহন বিক্রিয়া দেওয়া হল:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(aq)$$

দেওয়া আছে, P এর দহন তাপ – 890.3 kJ mol^{-1}

890.3kJ তাপ উৎপাদনে অক্সিজেন লাগে 64 g

∴ 1500 kJ " " " " $\frac{64 \times 1500}{890.3}$ g

= 107.83 g

ঘ ৩৩ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯৪ আরহেনিয়াস সমীকরণ বিক্রিয়ার হার ধ্রুবকের ওপর তাপমাত্রার প্রভাব বর্ণনা করে। এই সমীকরণে সক্রিয়ন শক্তির রাশিটি বিদ্যমান। 25°C তাপমাত্রায় একটি বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক $3.46 \times 10^{-5}S^{-1}$ এবং সক্রিয়ন শক্তি 75. *[শহীদ বীর বিক্রম রমিজউদ্দীন ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]*

ক. সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ কি? ১

খ. HNO_3 এবং H_3PO_4 এর মধ্যে কোনটি অধিক শক্তিশালী এসিড এবং কেন ব্যাখ্যা করো। ২

গ. 45°C তাপমাত্রায় উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির হার ধ্রুবকের মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের নির্দেশিত সমীকরণের সাহায্যে কীভাবে কোন বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তির মান নির্ণয় করা যায়। ৪

৯৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল পদার্থ বাতাসের সাথে বিক্রিয়া করে, রাসায়নিক নিক্তির ক্ষতি করে এবং যাদের দ্রবণের ঘনমাত্রা দ্রুত পরিবর্তিত হয় তাদের সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ বলে।

খ আমরা জানি, অক্সি এসিডসমূহের ক্ষেত্রে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যত বেশি তার তীব্রতাও ততো বেশি হয়। আবার ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান হলে যে পরমাণুর আকার ছোট তার তীব্রতা বেশি হয়।

$$\overset{+5}{HNO_3} \quad \overset{+5}{H_3PO_4}$$

HNO_3 ও H_3PO_4 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান। কিন্তু নাইট্রোজেনের আকার ফসফরাস অপেক্ষা ছোট বিধায় এতে চার্জ ঘনত্ব বেশি। তাই স্বভাবতই HNO_3 এর তীব্রতা H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক হয়।

গ আমরা জানি,

$$\ln\frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{T_1 - T_2}{T_1T_2}\right)$$

$$k_2 = \frac{-75}{e^{8.314}}\left(\frac{298 - 318}{298 \times 318}\right)$$

$T_1 = 25° = 298$ K
$T_2 = 45° = 318$ K
$k_1 = 3.46 \times 10^{-5}$
E = ?
k_2 = ?

$= 3.45 \times 10^{-5}$

হার ধ্রুবক, $3.45 \times 10^{-5}s^{-1}$

ঘ উদ্দীপকে আরহেনিয়াসের সমীকরণের কথা বলা হয়েছে।

আরহেনিয়াসের সমীকরণ,

$K = A.e^{-Ea/RT}$

যেখানে, E_a = বিক্রিয়কের সক্রিয়ন শক্তি।

R = সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক, 8.314 $Jmol^{-1}K^{-1}$

T = কেলভিন তাপমাত্রা

এবং A হল আরহেনিয়াস ফ্রিকুয়েন্সি।

এখন আরহেনিয়াসের উভয় পার্শ্বে Natural logarithm নিয়ে পাই,

$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$ .... (i)

T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক হলে, $\ln A = \ln k_1 - E_a/RT$

$\ln k_2 = \ln A - Ea/RT_2$ .... (iii)

(ii) ও (iii) হতে পাই,

$\ln k_2 - \ln k_1 = -Ea/RT_2 + Ea/RT_1$

$$\ln\frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\ln\frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)$$

$$E_a = R \times \ln\frac{k_2}{k_1}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)^{-1}$$

$$E_a = \frac{R\ln\frac{k_2}{k_1}}{\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}} \text{ .... (iv)}$$

এই সমীকরণ হতে আমরা সক্রিয়ন শক্তির মান নির্ণয় করতে পারি।

প্রশ্ন ▶ ৯৫ $PCl_5(g) \Leftrightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$

[শহীদ বীর বিক্রম রমিজউদ্দীন ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. কলয়েড ও সাসপেনশনের পার্থক্য লেখ। ২

গ. উপরের বিক্রিয়ার Kp এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাংকের মানের পরিবর্তন ঘটবে কি? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৯৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রাসায়নিক নিক্তির বীমের দৈর্ঘ্যের প্রতি শতাংশে ব্যবহৃত রাইডারের ওজনের পার্থক্যকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ কলয়েড ও সাসপেনশনের মধ্যে দুটি পার্থক্য হলো:

i. কলয়েড মিশ্রণ সুস্থিত থাকে কিন্তু সাসপেনশনের বেলায় কণাগুলো ধীরে ধীরে অধঃক্ষিপ্ত হতে থাকে।

ii. কলয়েড কণার ব্যাস (2 nm – 500 nm) এবং সাসপেনশন কণায় ব্যাস > 500 nm

গ ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া। অর্থাৎ ΔH এর মান ধনাত্মক। ভ্যান্ট হফের সূত্র থেকে আমরা পাই,

$$\log K_p = \frac{\Delta H}{2.303R} \times \frac{1}{T} + C$$

যেখানে সাম্যাংক K_p। বিক্রিয়াটি তাপহারী হওয়ায় ΔH (+ve) এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে K_p এর মান বৃদ্ধি পায়। অন্যদিকে তাপমাত্রা হ্রাসের সাথে সাথে K_p অর্থাৎ সাম্যাংকের মান হ্রাস পায়। অর্থাৎ বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাংকের মান হ্রাস পাবে।

প্রশ্ন ▶ ৯৬ 30°C তাপমাত্রা এবং 1.5atm চাপে 2 mol AB_5 এর 60% বিয়োজিত হয় এবং নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি ঘটে- $AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g)$; $\Delta H = +90kJ\ mol^{-1}$

[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. আইসোটোপ কী? ১

খ. বরফ পানিতে ভাসে কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি Kp নির্ণয় কর। ৩

ঘ. AB_5 এর অধিক মাত্রায় বিয়োজনের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৬ নং প্রশ্নের উত্তর

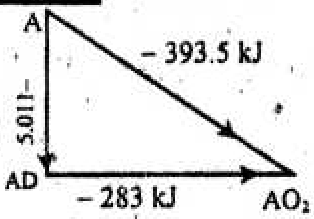
ক একই মৌলের বিভিন্ন পরমাণু, যাদের পারমাণবিক সংখ্যা একই (অর্থাৎ প্রোটন সংখ্যা একই), কিন্তু নিউক্লিয়াসে বিভিন্ন সংখ্যক নিউট্রন থাকার জন্য ভর সংখ্যা বিভিন্ন হয়, তাদেরকে আইসোটোপ বলে।

ঘ বরফ পানিতে ভাসে কারণ—
বরফ হচ্ছে পানির কঠিন অবস্থা। এই অবস্থায় বরফের কেলাসে পানির অণুগুলো পরস্পরের সাথে হাইড্রোজেন বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। এজন্য বরফের সংকেত $(H_2O)_n$ ধরা হয়। এ সময় প্রতি অক্সিজেন চারটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়। এর মধ্যে দুটি সমযোজী ও দুটি H-বন্ধন। সুতরাং, কেলাসে O-পরমাণুর চারদিকে চারটি H-পরমাণু চতুস্তলকীয়ভাবে অবস্থান করে। ফলে কেলাসে পানির অণুগুলো মাঝে অনেক ফাঁকা জায়গা তৈরি হয়। তাই বরফ পানিতে ভাসে।

গ ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৯৭ উভয়ক্ষেত্রে A একটি মৌল যার পামাণবিক সংখ্যা = 6



তথ্য-১

AH_4 (g), A_2H_6(g), AO_2 এবং H_2O(g) এর প্রমান সংগঠন তাপ যথাক্রমে – 74.9, – 84.5, – 393.5 এবং – 220.9kJ mol^{-1}

তথ্য-২

[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. আংশিক পাতন কী? ১
খ. "2d" অর্বিটাল সম্ভব নয় কেন? ২
গ. তথ্য-০১ হেসের সূত্রকে সমর্থন করে? ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. তথ্য-০২ হতে AH_4 ও A_2H_6 এর মধ্যে কোনটি জ্বালানি হিসাবে উত্তম? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাতন প্রক্রিয়ায় পাতন ফ্লাস্ক ও শীতকের মাঝে অংশ কলাম স্থাপন করে বিভিন্ন নিকট স্ফুটনাঙ্কের দুই বা ততোধিক তরল উপাদানকে তাদের মিশ্রণ হতে পৃথক করার প্রক্রিয়াকেই আংশিক পাতন বলে।

খ আমরা জানি, কোনো প্রধান শক্তিস্তরে উপস্তর সংখ্যা সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার উপর নির্ভর করে। 2d- অরবিটালটি দ্বিতীয় শক্তিস্তরের অরবিটাল। দ্বিতীয় শক্তিস্তরের ক্ষেত্রে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, n = 2। n = 2 হলে সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হয় l = 0, 1। যেখানে $l = 0$ হলে s অরবিটাল এবং $l = 1$ হলে p অরবিটাল হয়। কিন্তু d অরবিটালের জন্য l এর মান হতে হবে 2। এখানে যেহেতু n এর মান 2 তাই l এর মান হবে 0 হতে (n – 1) পর্যন্ত। তাই d অরবিটাল অর্থাৎ ২য় শক্তিস্তরে 2d অরবিটাল সম্ভব নয়।

গ A মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 6. সুতরাং মৌলটি হচ্ছে কার্বন। তথ্য-১ এ কার্বন হতে CO_2 তৈরির দুটি পদ্ধতি দেখানো হয়েছে। তথ্য-১ হেসের সূত্র সমর্থন করে। নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল—
অধিক অক্সিজেনে কার্বনকে দহন করা হলে তখন CO_2 উৎপন্ন হয়।
$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)l;\quad \Delta H = -393.5$ kJ
আবার, কার্বনকে অল্প অক্সিজেনে উত্তপ্ত করলে প্রথমে CO উৎপন্ন হয়। শেষে ঐ CO কে অধিক অক্সিজেনে পোড়ালে তা CO_2 তে পরিণত হয়।

$$C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g);\quad \Delta H_1 = -110.5 \text{ kJ}$$

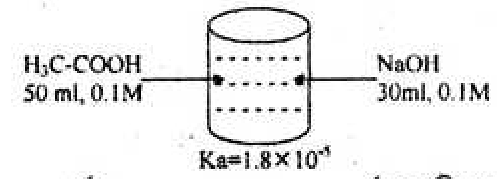
$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g);\quad \Delta H_2 = -283 \text{ kJ}$$

∴ এখানে, $\Delta H_1 = \Delta H_2 = (-110.5 - 283)$kJ
$= -383.5$ kJ
$= \Delta H$

সুতরাং, প্রথম পদ্ধতিতে অর্থাৎ এক ধাপে CO_2 উৎপাদনে এনথালপির পরিবর্তন দ্বিতীয় পদ্ধতিতে অর্থাৎ, দুই ধাপে CO_2 উৎপাদনের এনথালপিদ্বয়ের যোগফলের সমান।
সুতরাং, তথ্য-১ হেসের সূত্রকে সমর্থন করে।

ঘ ২৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৯৮



[সরকারি বঙ্গবন্ধু কলেজ, ঢাকা]

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কি? ১
খ. 10% Na_2CO_3 দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর। ২
গ. উদ্দীপক মিশ্রণের pH নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপক মিশ্রণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH মানের কি পরিবর্তন হবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সুষম খাবারকে মানসম্মতভাবে বৈজ্ঞানিক উপায়ে সংরক্ষণ করে মানবজাতির খাদ্যের চাহিদার যোগান দেওয়াকে খাদ্য নিরাপত্তা বলে।

খ 10% Na_2CO_3 এর অর্থ
100 mL Na_2CO_3 দ্রবণে Na_2CO_3 আছে 10 g
∴ 1000 mL " " " " $\frac{10 \times 1000}{100}$ g
= 100 g

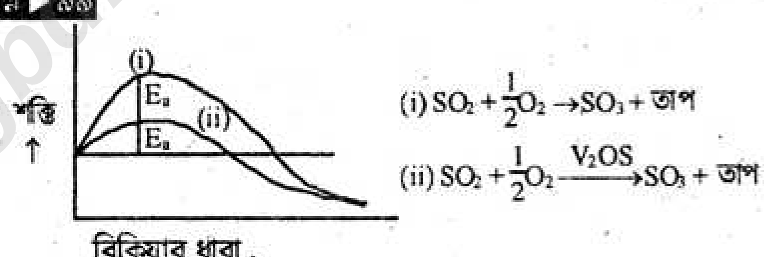
$100 \text{ g } Na_2CO_3 = \frac{100}{106} = 0.94 \text{ mol } Na_2CO_3$

∴ Na_2CO_3 দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.94 M

গ ৩৯(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৭(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৯৯



(i) $SO_2 + \frac{1}{2} \rightarrow SO_3 +$ তাপ

(ii) $SO_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{V_2O_5} SO_3 +$ তাপ

[সরকারি বঙ্গবন্ধু কলেজ, ঢাকা]

ক. লিগ্যান্ড কাকে বলে? ১
খ. HCl একটি পোলার যৌগ। ব্যাখ্যা কর। ২
গ. সক্রিয়ন শক্তি কিভাবে বিক্রিয়ার গতিকে নিয়ন্ত্রণ কর। ৩
ঘ. (i) ও (ii) নং বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তির ভিন্নতার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

৯৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

খ HCl যৌগে Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.0 এবং H এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 2.1। সুতরাং তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.9 অধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব অধিক তড়িৎঋণাত্মক Cl পরমাণুর দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। ফলে Cl পরমাণুর আংশিক ঋণাত্মক ও H পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়।

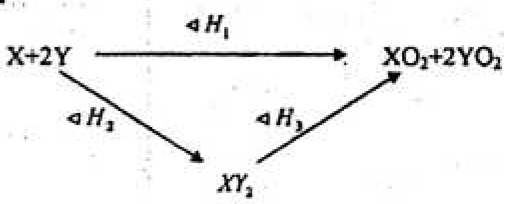
$$H - Cl \longrightarrow \overset{\delta+}{H} - \overset{\delta-}{Cl}$$

বিপরীত মেরুযুক্ত প্রান্ত সৃষ্টি হয় বলে HCl পোলার যৌগ।

গ ১৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের (i) নং বিক্রিয়াটি প্রভাবকের অনুপস্থিতিতে সংঘটিত হয়েছে। (ii)নং বিক্রিয়াটি প্রভাবক V_2O_5 এর উপস্থিতিতে সংঘটিত হওয়ায় এই বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি প্রথম বিক্রিয়া থেকে কম। V_2O_5 (ii) নং বিক্রিয়ায় ঋণাত্মক প্রভাবক হিসেবে কাজ করে।
প্রভাবকের উপস্থিতিতে SO_2 গ্যাসীয় অণু V_2O_5 এর পৃষ্ঠতলে পরিব্যাপ্ত হয়। V_2O_5 এর পৃষ্ঠতলে এক প্রকার অসাম্য অতৃপ্ত যোজ্যতা বল কাজ করে। এই বলের কারণে প্রভাবক পৃষ্ঠে পরিব্যাপ্ত SO_2 অণু পৃষ্ঠবলে পরিশোষিত হয়। পাশাপাশি পরিশোষিত অণুর পরস্পরের সঙ্গে অস্থায়ী বন্ধন তৈরির মাধ্যমে সক্রিয়িত জটিল তৈরি করে।
যেই মাত্র জটিল যৌগ তৈরি হয় সঙ্গে সঙ্গে বিক্রিয়ক অনুস্থ পরমাণুসমূহের বন্ধনের চূড়ান্ত ভাঙন ঘটে একই সঙ্গে প্রভাবক পৃষ্ঠতল থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে। অতপর বিচ্ছিন্ন কণা বা পরমাণুগুলো পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে উৎপাদ তৈরি করে। এতে ন্যূনতম সক্রিয়ন শক্তিতে বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়।
এজন্য (i) ও (ii) বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তি ভিন্ন।

প্রশ্ন ▶ ১০০



X, Y ও XY_2 এর দহন তাপ যথাক্রমে –394, –297.4 এবং –1109.2kJ mol^{-1} *[সরকারি বঙ্গবন্ধু কলেজ, ঢাকা]*

ক. দ্রবণ তাপ কাকে বলে? ১
খ. দুটি প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষণের কৌশল বর্ণনা কর। ২
গ. XY_2 এর সংগঠন তাপ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকটি হেসের সূত্র মেনে চলে? ব্যাখ্যা কর। ৪

১০০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1 গ্রাম মোল দ্রবকে যথেষ্ট পরিমাণ (যে অবস্থায় আরো দ্রাবক যোগ করলে তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে) দ্রাবকে দ্রবীভূত করা হলে তাপের যে পরিবর্তন হয় তাকে ঐ দ্রবের দ্রবণ তাপ বলে।

খ দুটি প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষকের সংরক্ষণ কৌশল নিম্নরূপ:
সরিষার তেল দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ: বিভিন্ন ফল বা ফলের তৈরি আচার সরিষার তেলে ভিজিয়ে রাখলে তা বহুদিন যাবত অবিকৃত থাকে। এই প্রক্রিয়া বহুদিন যাবত উপমহাদেশে প্রচলিত।
খাদ্য লবণের দ্রবণের সাহায্যে খাদ্য সংরক্ষণ: বিভিন্ন ধরনের মাছ খাদ্য লবণ দ্বারা সংরক্ষণ করা হয়। খাদ্য লবণ উক্ত মাছে কোনো ধরনের ব্যাক্টেরিয়া সৃষ্টি হতে দেয় না। ফলে খাদ্য পঁচন রোধ করে। এটির 15% বা অধিক মাত্রার ডবল খাদ্য সংরক্ষকের ন্যায় আচরণ করে।

গ ২০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ হেসের সূত্রমতে, "কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক এবং উৎপাদসহ অন্য সকল শর্ত অপরিবর্তিত থাকলে বিক্রিয়াটি এক ধাপেই ঘটুক বা একাধিক ধাপেই ঘটুক না কেন মোট এনথালপির কোনো পরিবর্তন হয় না।
∴ উদ্দীপক অনুসারে, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$
X ও Y হলো C ও S

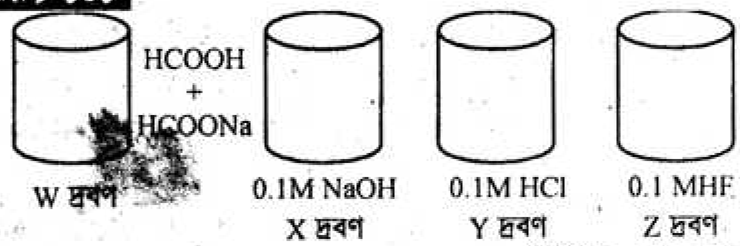
$\therefore \Delta H_1 = [H_{(CO_2)} + 2 \times H_{(SO_2)}] - [H_{(C)} + 2 \times H_{(S)}]$
$= -394 + 2 \times (-297.4) - 0 - 2 \times 0$
$= -988.8$ kJ/mol

$\therefore \Delta H_2 = [H_{(CS_2)}] + [H_{(C)} + 2 \times H_{(S)}]$
$= -1109.2 - 0 - 2 \times 0$
$= -1109.2$ kJ/mol

$\therefore \Delta H_3 = [H_{(CO_2)} + 2 \times H_{(SO_2)}] - [H_{(CS_2)}]$
$= -394 + 2.\times(-297.4) - (-1109.2)$
$= 120.4$ kJ/mol

$\therefore \Delta H_2 + \Delta H_3 = -1109.2 + 120.4 = -988.8$ kJ/mol
$\therefore \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ যা হেসের সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ১০১



[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. pH কি? ১
খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায় কেন? ২
গ. X ও Z দ্রবণের প্রশমন তাপ ধ্রুবক মানের চেয়ে বেশি ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. W দ্রবণে সামান্য পরিমাণে X ও Y দ্রবণ পৃথকভাবে যোগ করলে দ্রবণের pH এর পরিবর্তন ঘটবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

১০১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে।

খ বিক্রিয়ার গতির উপর তাপমাত্রার যথেষ্ট প্রভাব রয়েছে। বিজ্ঞানী আরহেনিয়াসের পরীক্ষা থেকে দেখা যায় যে, প্রতি 10°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য প্রায় সব বিক্রিয়ার হার দ্বিগুণ বা তিনগুণ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ হলো–
i. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকৃত অণু বা আয়নগুলোর গতিবেগ বৃদ্ধি পায়।
ii. অণুগুলোর মধ্যে সংঘর্ষের হার বৃদ্ধি পায়।
iii. অধিকতর সংখ্যক অণু বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সক্রিয়ন শক্তি লাভ করে থাকে।

গ উদ্দীপকের X দ্রবণটি হলো NaOH এর দ্রবণ যা একটি তীব্র ক্ষার। আবার Z দ্রবণটি হলো HF এর দ্রবণ যা একটি তীব্র এসিড। সুতরাং, NaOH ও HF এর বিক্রিয়ায় যে তাপ উৎপন্ন হবে তা প্রশমন তাপ বলে।
প্রত্যেকটি অম্ল ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় H^+ ও OH^- এর মধ্যে সংযোগ হয়ে H_2O উৎপন্ন হয়। তাই সকল ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুবক হওয়ার কথা যার মান – 57.3 kJ mol^{-1}। কিন্তু HF ও NaOH এর প্রশমনের ক্ষেত্রে, স্থির তাপের চেয়ে কিছু পরিমাণ বেশি তাপ উৎপন্ন হয়। কারণ, উৎপন্ন লবণ NaF পানিতে দ্রবীভূত হয়ে Na^+ ও F^- আয়ন উৎপন্ন করে। F^- আয়নের চার্জ ঘনত্ব অন্যান্য আয়নের চেয়ে বেশি হওয়ায় F^- এর সাথে দ্রাবক পানি তুলনামূলকভাবে কিছুটা বেশি দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। ফলে নির্গত তাপশক্তি বেশি হয়। দ্রবণের এ তাপকে হাইড্রোজেন এনথালপি বলে (দ্রাবক পানি হলে)।
F^- আয়নের এ উল্লেখযোগ্য পরিমাণ বাড়তি হাইড্রোজেন এনথালপি HF এর প্রশমন তাপের সঙ্গে একত্রে নির্গত হয় বলে HF এর প্রশমন তাপের মান অন্যান্য তীব্র এসিড অপেক্ষা অস্বাভাবিক উচ্চ এবং প্রায় 68 kJ mol^{-1} এজন্য HF ও NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুবক মানের চেয়ে বেশি।

ঘ ৪৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১০২ 27°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে N_2O_4 এর 25% বিয়োজিত হয়। *[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]*

ক. লা-শাতেলিয়ার নীতি কী? ১
খ. HNO_3, H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী কেন? ২
গ. উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়াটির K_p এর রাশিমালা প্রতিপাদন কর। ৩
ঘ. তাপমাত্রা স্থিররেখে চাপ অর্ধেক করা হলে N_2O_4 এর বিয়োজন মাত্রার কি পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১০২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি একটি নিয়ামক (যেমন- তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা ও চাপ) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তন হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

খ কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মানের উপর অক্সিএসিডের তীব্রতা নির্ভর করে। জারণ মান যত বেশি হবে তীব্রতা তত বেশি হবে। আবার জারণ মান একই হলে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর আকার ছোট হবে সেটি তত তীব্র হবে। HNO_3 ও H_3PO_4 এডিসদ্বয়ে কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা একই হওয়ার সত্ত্বেও HNO_3 তীব্র এসিড। কারণ N এর আকার ছোট হওয়ায় এখানে চার্জ ঘনত্ব বেশি। ফলে তীব্রতা বেশি হয়।

গ ১১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১০৩ দুই কার্বন বিশিষ্ট দুটি হাইড্রোকার্বন P এবং Q যথাক্রমে SP^3 এবং SP^2 সংকরনের মাধ্যমে গঠিত হয়। Q, $CO_2(g)$, $H_2O(l)$ যৌগ তিনটির প্রধান সংগঠন তাপ যথাক্রমে -84, – 393 এবং –220 $kJmol^{-1}$। P হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ দহন তাপ – 1370$kJmol^{-1}$।

[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১

খ. $CaCl_2$ এবং $AlCl_3$ লবণদ্বয়ের মধ্যে কোনটি পানিতে অধিক দ্রবণীয় এবং কেন? ২

গ. P- হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ সংগঠন তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের P এবং Q এর মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ ফাযানের নীতি অনুযায়ী আমরা জানি, যে ক্যাটায়নের আকার যত ছোট ও চার্জের মান যত বেশি হবে,ঐ যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্য তত প্রকট হবে এবং উক্ত যৌগের দ্রবণীয়তা তত হ্রাস পাবে। $CaCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে Al^{3+} এর আকার Ca^{2+} অপেক্ষা ছোট। আবার Al^{3+} এর চার্জ ঘনত্বও বেশি। সুতরাং ফাযানের নীতি অনুসারে $AlCl_3$ এর সমযোজী বৈশিষ্ট্য $CaCl_2$ অপেক্ষা বেশি ও Al^{3+} কর্তৃক Cl^- আয়নের পোলারায়নও বেশি হবে। অপরদিকে, $CaCl_2$ এর আয়নিক বৈশিষ্ট্য বেশি বলে পানিতে এর Ca^{2+} এবং $2Cl^-$ পানির বিপরীতধর্মী চার্জ দ্বারা সম্পূর্ণ বেষ্টিত থাকবে। তাই $CaCl_2$ এর দ্রবণীয়তা $AlCl_3$ লবণ অপেক্ষা বেশি হবে।

গ ২৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১০৪ 25°C তাপমাত্রায় 1atm চাপে N_2O_4 এর 25% বিয়োজিত হয়। *[নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ, নরসিংদী]*

ক. লা-শাতেলীয় নীতি বিবৃত কর। ১

খ. $BeCO_3$ এবং $CaCO_3$ এর মধ্যে কোনটির বিয়োজন তাপমাত্রা কম ও কেন? ২

গ. উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়াটির Kp এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ অর্ধেক করা হলে N_2O_4 এর বিয়োজন মাত্রার কি পরিবর্তন ঘটবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি একটি নিয়ামক (যেমন- তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা ও চাপ) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তন হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

খ $BeCO_3$ ও $CaCO_3$ এর মধ্যে Be^{2+} এর আকার Ca^{2+} এর চেয়ে অনেক ছোট। তাই $BeCO_3$ এর পোলারায়ণ মাত্রা $CaCO_3$ থেকে বেশি। ফলে $BeCO_3$ যৌগটি $CaCO_3$ অপেক্ষা অধিক সমযোজী প্রকৃতির। সমযোজী যৌগের বিয়োজন তাপের মান আয়নিক যৌগের চেয়ে কম হয়। $BeCO_3$ এর অধিক সমযোজী চরিত্রের কারণে এর বিয়োজন তাপের মান ($CaCO_3$) থেকে অনেক কম।

গ ২৭(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ N_2O_4 বিয়োজন নিম্ন বিক্রিয়ার মাধ্যমে দেখানো যায়।

$$N_2O_4(g) \xrightleftharpoons{\Delta} 2NO_2(g)$$

বিয়োজন মাত্রা α এবং প্রাথমিক মোল সংখ্যা a হলে p চাপমাত্রায়-

$$K_p = \frac{4a^2p}{a^2 - \alpha^2}$$

$$\text{বা, } K_p = \frac{4 \times 1 \times 1}{1 - 0.25^2} = 4.27$$

যা স্থায়ী রাখার জন্য চাপ কমালে α এর মান বৃদ্ধি পাবে।

$$\text{সুতরাং, } 4.27 = \frac{4a^2p'}{a^2 - \alpha^2}$$

[p′ ও α′ যথাক্রমে নতুন চাপ ও বিয়োজন মাত্রা যেখানে $p' = \frac{p}{z} = \frac{1}{2}$]

$$\therefore 4.27 = \frac{4 \times 1^2 \times \left(\frac{1}{2}\right)}{1 - \alpha^2}$$

or, α = 0.73

অর্থাৎ বিয়োজনমাত্রা বেড়ে 73% হবে।

প্রশ্ন ▶১০৫ চিত্রটি লক্ষ কর:



[নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ, নরসিংদী]

ক. হুন্ডের নিয়ম বিবৃত কর। ১

খ. এটম ইকোনমি কি? উদাহরণসহ লিখ। ২

গ. $Ka = 1.8 \times 10^{-5}$ হলে পাত্র A এর দ্রবণে pH গণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের C পাত্রে সামান্য অম্ল যোগ করলে দ্রবণে pH পরিবর্তন হবে কিনা-কারণসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হুন্ডের নীতি হলো–'একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।'

খ অ্যাটম ইকোনমি হলো বিক্রিয়কসমূহকে সম্পূর্ণরূপে উৎপাদে পরিণত করার সক্ষমতা। এটিই হলো গ্রিন কেমিস্ট্রির অন্যতম মূল ভিত্তি। এক্ষেত্রে আকাঙ্খা থাকে যে সকল পরিমাণ বিক্রিয়ক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে এবং বিক্রিয়কসমূহের মোট ভর যেন উৎপাদসমূহের মোট ভরের সমান হয়। ফলে বিক্রিয়কসমূহের সর্বোচ্চ ব্যবহার নিশ্চিতকরণের মাধ্যমে বর্জ্যের পরিমাণ হ্রাস পাবে এবং সে সংক্রান্ত ব্যয়ও কমে যাবে।

কোনো বিক্রিয়ার অ্যাটম ইকোনমিকে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়–

$$AE = \frac{\text{কাঙ্খিত উৎপাদের সংকেত ভর}}{\text{সকল বিক্রিয়কের সংকেত ভরের সমষ্টি}} \times 100\%$$

গ ৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩(ঘ) নং সজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১০৬ আমাদের দেশে যানবাহনে সাধারণত দুইটি জ্বালানি CH_4(g) এবং C_8H_{18}(g) ব্যবহৃত হয় CH_4(g), C_8H_{18}(g), CO_2 (g) এবং H_2O এর প্রমাণ গঠন এনথ্যালপি যথাক্রমে –74.89, –204. 8,–393.30 এবং –220.20kJ/mole *[বি এ এফ শাহীন কলেজ, পাহাড়কাঞ্চনপুর, টাঙ্গাইল]*

ক. গঠন তাপ কী? ১

খ. NaOH ও HF এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের কোন হাইড্রোকার্বনটি জ্বালানি হিসেবে বেশি উপযোগী ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের জ্বালানি দুটির মধ্যে কোনটি সবুজ রসায়নের মূলনীতির সাথে অধিকতর সংগতিপূর্ণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন যৌগের উপাদান মৌলসমূহ থেকে সে যৌগের এক মোল উৎপাদনকালে এনথালপির যে পরিবর্তন ঘটে, তাকে যৌগটির গঠন তাপ বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ৩৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের জ্বালানি দুটির দহন বিক্রিয়াদুটি হলো:

$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ .... (i)

$C_8H_{18} + \frac{25}{2}O_2 = 8CO_2 + 9H_2O$ .... (ii)

প্রথম বিক্রিয়ায়,

16g মিথেন (CH_4) থেকে CO_2 উৎপন্ন হয় 44 g

∴ 1g " " " " " " $\frac{44}{16}$ g

$= 2.75$ g

দ্বিতীয় বিক্রিয়ায়,

$(12 \times 8 + 1 \times 18)$ বা 114g C_8H_{18} থেকে CO_2 উৎপন্ন হয় 8×44 g

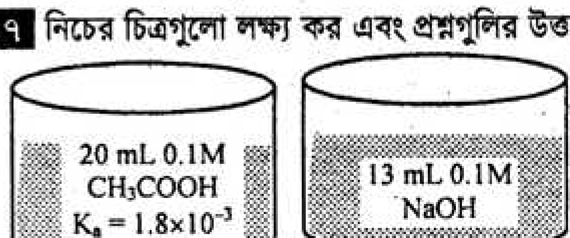
∴ 1g " " " " " $\frac{8 \times 44}{114}$ g

$= 3.087$ g

দেখা যাচ্ছে সমপরিমাণ জ্বালানি পোড়ালে দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বেশি জ্বালানি উৎপন্ন হচ্ছে।

CO_2 পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর। প্রথম ক্ষেত্রে CO_2 কম উৎপন্ন হয়। সুতরাং CH_4 সবুজ রসায়নের মূলনীতির সাথে অধিকতর সংগতিপূর্ণ।

প্রশ্ন ▶ ১০৭ নিচের চিত্রগুলো লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:



1 নং দ্রবণ 2 নং দ্রবণ

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, পাহাড়কাঞ্চনপুর, টাঙ্গাইল]

ক. K_p কি? ১

খ. HNO_3 ও H_3PO_4 এর মধ্যে কোনটি শক্তিশালী এসিড এবং কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ১ নং দ্রবণের pH নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের 1 নং ও 2 নং দ্রবণ মিশ্রিত করে দ্রবণটির pH নির্ণয় কর। ৪

১০৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাম্যধ্রুবককে আংশিক চাপের মাধ্যমে প্রকাশ করলে তাকে আংশিক চাপ সাম্যধ্রুবক বা K_p বলে।

খ আমরা জানি, অক্সি এসিডসমূহের ক্ষেত্রে যার কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ সংখ্যা যত বেশি তার তীব্রতাও ততো বেশি হয়। আবার ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান হলে যে পরমাণুর আকার ছোট তার তীব্রতা বেশি হয়।

$\overset{+5}{HNO_3}$ $\overset{+5}{H_3PO_4}$

HNO_3 ও H_3PO_4 এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় পরমাণু নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের ধনাত্মক জারণ সংখ্যার মান সমান। কিন্তু নাইট্রোজেনের আকার ফসফরাস অপেক্ষা ছোট বিধায় এতে চার্জ ঘনত্ব বেশি। তাই স্বভাবতই HNO_3 এর তীব্রতা H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক হয়।

গ ১০ নং প্রশ্নের 'গ' নং অনুরূপ।

ঘ ১২ নং প্রশ্নের 'ঘ' নং দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১০৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

দুই কার্বন বিশিষ্ট দুটি হাইড্রোকার্বন A ও B যথাক্রমে SP^3 ও SP^2 সংকরণের মাধ্যমে গঠিত। B, CO_2(g) এবং H_2O (l) যৌগ তিনটির প্রমাণ সংগঠন তাপ যথাক্রমে –84,–393 এবং –285kJmol^{-1} A এর প্রমাণ দহন তাপ –1370 kJmol^{-1} *[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]*

ক. আংশিক পাতন কী? ১

খ. দ্রবের প্রকৃতি দ্রাব্যতাকে কীভাবে প্রভাবিত করে? ২

গ. A হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ সংগঠন তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A ও B এর মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১০৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাতন প্রক্রিয়ায় পাতন ফ্লাস্ক ও শীতকের মাঝে অংশ কলাম স্থাপন করে বিভিন্ন নিকট স্ফুটনাঙ্কের দুই বা ততোধিক তরল উপাদানকে তাদের মিশ্রণ হতে পৃথক করার প্রক্রিয়াকেই আংশিক পাতন বলে।

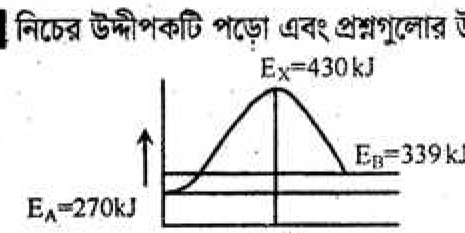
খ যেসব দ্রব স্বল্প দ্রবণীয় লবণ তাদের দ্রাব্যতা অনেক কম। যেসব দ্রব পানিতে বেশি পরিমাণে আয়নিত হয় তাদের দ্রাব্যতা অনেক বেশি। তবে দ্রাব্যতা শব্দটি শক্তিশালী বা দুর্বল যে কোনো পদার্থের জন্যই প্রযোজ্য। NaCl, KCl, $CaCl_2$ ইত্যাদি শক্তিশালী লবণ এবং এদের দ্রাব্যতার মান অনেক বেশি। যেমন– NaCl এর দ্রাব্যতা 36. AgCl, $Al(OH)_3$, $Fe(OH)_3$ এরা স্বল্প দ্রবণীয় লবণ এবং এদের দ্রাব্যতা অনেক কম। যেমন $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা 8.424×10^{-3}g/L।

দ্রাব্যতার পরিমাণ দ্রবের প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল।

গ ২৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১০৯ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]

ক. দ্রাবক নিষ্কাশন কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. লেখচিত্র হতে বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তি ও ΔH হিসেব করে বিক্রিয়াটি তাপোৎপদী না তাপহারী তা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তি ও গতির উপর প্রভাবকের ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ৪

১০৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রাবকে দ্রবীভূত একাধিক যৌগের মিশ্রণ থেকে সুনির্দিষ্ট উপযোগী দ্রাবক দ্বারা নির্দিষ্ট দ্রবকে মিশ্রণ থেকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে দ্রাবক নিষ্কাশন বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)
(ইটের মত লাল)

গ এখানে, $E_A = 270$ kJ
$E_B = 339$ kJ

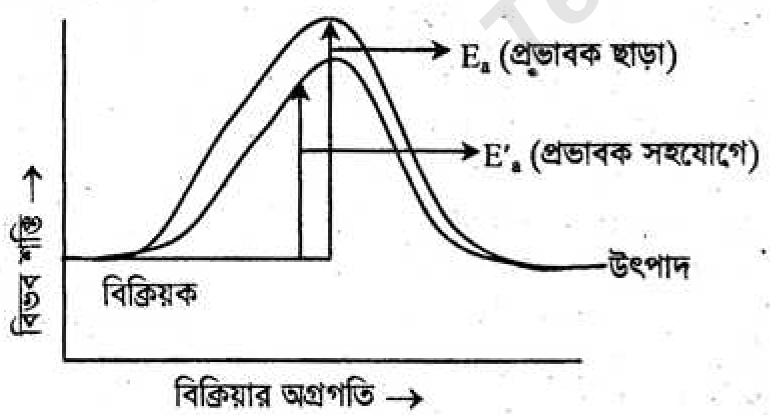
আমরা জানি, $\Delta H = E_B - E_A$
$= (339 - 270)$ kJ
$= 69$ kJ

যেহেতু ΔH এর মান ধনাত্মক, সুতরাং বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া।

বিক্রিয়াটিতে, $E_X = 430$ kJ
$E_A = 270$ kJ

∴ সক্রিয়ন শক্তি, $E_A = E_x - E_A$
$= (430 - 270)$ kJ
$= 160$ kJ

ঘ উদ্দীপকের বিক্রিয়া প্রভাবক ব্যবহার করলে নতুন একটি বিক্রিয়ার পথ তৈরি হবে যে পথে সক্রিয়ণ শক্তির মান বর্তমান মানের চেয়ে কম হবে। ফলে বেশি সংখ্যক অণু উৎপাদে পরিণত হবে। অর্থাৎ বিক্রিয়ার গতিবেগ বাড়বে।



চিত্র: প্রভাবক ব্যবহারে সক্রিয়ন শক্তির হ্রাস।

প্রশ্ন ▶১১০ 27°C তাপমাত্রায় 1 atm চাপে N_2O_4 এর 25% বিয়োজিত হয়। *[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]*

ক. লা-শাতেলিয়ার নীতি কী? ১

খ. HF ও NaOH এর প্রশমন তাপ – 57.34 kJ অপেক্ষা বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়াটির K_P-এর রাশিমালা প্রতিপাদন কর। ৩

ঘ. তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ অর্ধেক করা হলে N_2O_4 এর বিয়োজন মাত্রার কি পরিবর্তন ঘটবে? তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি একটি নিয়ামক (যেমন- তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা ও চাপ) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তন হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ১১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১১(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১১১ নিচের বিক্রিয়াটি পর্যবেক্ষণ কর:

$6BA_2 + 12D_2A \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{সূর্যালোক}} B_6D_{12}A_6 + 6D_2A$ এখানে, A, B ও D এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 8, 6 ও 1। *[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]*

ক. অরবিটাল কাকে বলে? ১

খ. খাদ্য সংরক্ষণের উদ্দেশ্যগুলো তুলে ধর। ২

গ. BA_2 কে গ্রিন হাউস গ্যাস বলার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. প্রাণিকুল ও উদ্ভিদজগতের অস্তিত্ব রক্ষায় বিক্রিয়াটির গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

১১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ প্রায় সকল কৃষিপণ্যের উৎপাদন সাময়িক। অথচ অসময়েও এগুলোর প্রয়োজনীয়তা অপরিহার্য। চাল, গম, সরিষা ইত্যাদি বীজশস্যকে মোটামুটিভাবে সহজেই বেশ কিছুদিন ভালোভাবে রাখা সম্ভব। কিন্তু অধিকাংশ ফল ও সবজি সাধারণভাবে রাখলে দু-চার দিনেই নষ্ট হয়ে যায়। সুতরাং এদের দীর্ঘদিন স্বাভাবিক অবস্থায় রাখার জন্যই সংরক্ষণের বিশেষ ব্যবস্থার প্রয়োজন। প্রধানত জীবাণুর আক্রমণ, এনজাইম ক্রিয়া, রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে খাদ্য দ্রব্য নষ্ট হয়। এসব ক্রিয়া যাতে না ঘটে এজন্যই খাদ্যদ্রব্য বিভিন্ন উপায়ে সংরক্ষণ করা হয়।

গ এখানে, B ও A এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 6 ও 8 সুতরাং BA_2 হলো CO_2

গ্রিন হাউস বা কাচের ঘর সাধারণত শীতপ্রধান দেশে ব্যবহৃত একটি প্রযুক্তি। সাধারণত কাচের বৈশিষ্ট্য হলো এর মধ্য দিয়ে স্বল্প তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো যেতে পারে কিন্তু অধিক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো ভেদ করতে পারে না। ফলে অধিক উত্তপ্ত সূর্য হতে আগত স্বল্প তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো কাচ ভেদ করে যায় এবং এর ভিতরে থাকা গাছপালা বা সংরক্ষনশীল বস্তুসমূহকে উত্তপ্ত করে। এসব বস্তু যখন পুনরায় তাপ বিকিরণ করে তখন সেই আলো অধিক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের হওয়ায় কাঁচ ভেদ করে যেতে পারে না। ফলে গ্রীন হাউসের ভিতরকার বস্তু গরম থাকে।

CO_2 গ্যাস ও অনেকটা কাচের মত ধর্ম প্রদর্শন করে। সূর্যালোক হতে আসা স্বল্প তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো CO_2 গ্যাস ভেদ করে পৃথিবীতে আসে। কিন্তু পৃথিবী হতে নির্গত বিকিরনের অধিক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোকে আটকে রাখে। যদি গ্রীন হাউস গ্যাস না থাকত তাহলে পৃথিবীর সকল জীবজন্তু শীতলতার কারণে মারা যেত।

ঘ উদ্দীপকে B = C

A = O

এবং D = H (পারমাণবিক সংখ্যা 1)

বিক্রিয়াটি হলো সালোকসংশ্লেষণ বিক্রিয়া

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{সূর্যালোক}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O$$

এই বিক্রিয়াটি উদ্ভিদ ও প্রাণিজগত উভয়ের জন্য অতীব গুরুত্বপূর্ণ।

উদ্ভিদজগৎ :

১. উদ্ভিদের বেঁচে থাকার জন্য প্রয়োজনীয় শর্করা জাতীয় খাদ্য এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমেই তৈরি হয়।

প্রাণিজগৎ :

১. উদ্ভিদের প্রস্তুতকৃত শর্করা জাতীয় খাদ্য তার পাতায় কার্বোহাইড্রেট হিসেবে জমা থাকে। যার গ্রহণের মাধ্যমে প্রাণিকূল তার শর্করার প্রয়োজন মেটায়।

২. গ্রিন হাউসের গ্যাসের উত্তোরত্তর বৃদ্ধির কারণে পৃথিবীতে জীবকুলের বেঁচে থাকা বিপর্যয়ের মুখে দাঁড়িয়েছে। এ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ CO_2 গ্যাস গ্রহণ করে এবং গ্রিন হাউস গ্যাসের ভারসাম্য বজায় রাখে।

৩. প্রাণিকূলের বেঁচে থাকার জন্য অক্সিজেন অপরিহার্য। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উদ্ভিদ O_2 ত্যাগ করে।

সুতরাং বলা যায় প্রাণিকূল ও উদ্ভিদজগতের অস্তিত্ব রক্ষায় বিক্রিয়াটির গুরুত্ব অপরিসীম।

প্রশ্ন ▶ ১১২ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও :

হাইড্রোকার্বন → P (2 কার্বনযুক্ত এবং SP সংকরিত)

হাইড্রোকার্বন → Q (2 কার্বনযুক্ত এবং SP সংকরিত)

Q, $CO_2(g)$ এবং $H_2O(l)$ যৌগ ৩টির গঠন তাপ যথাক্রমে –83, –393 এবং 220 kJ/mol এবং P এর দহন তাপ –1370 kJ/mol হলে–

[সরকারি বি এম সি মহিলা কলেজ, নওগাঁ]

ক. হেসের তাপ সমষ্টিকরণ সূত্রটি লিখ। ১

খ. HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান স্থির মান অপেক্ষা বেশী কেন? ২

গ. উদ্দীপক অনুসারে P এর গঠন তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের P ও Q এর মধ্যে জ্বালানী হিসেবে কোনটি উৎকৃষ্ট –গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয়, তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয়। ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৩ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:

$PCl_5(g) \Leftrightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g); \Delta H + ve$

PCl_5 বিক্রিয়কটি 30°C তাপমাত্রায় 1.5 atm চাপে 15% বিয়োজিত হয়।

[সরকারি বি.এম.সি মহিলা কলেজ, নওগাঁ]

ক. বিক্রিয়ার হার বলতে কি বুঝ? ১

খ. বাফার দ্রবণ কিভাবে রক্তের pH স্থির-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_P এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার উপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৪

১১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক সময়ে একটি বিক্রিয়ার বিক্রিয়কসমূহের ঘনমাত্রা কতটুকু হ্রাস পায় বা উৎপন্ন পদার্থের ঘনমাত্রা কতটুকু বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ বিক্রিয়ার হার বলে।

খ বাইকার্বনেট বাফার সিস্টেম প্রক্রিয়ায় রক্তের pH মান অপরিবর্তিত রাখা যায়। এই সিস্টেম অনুযায়ী CO_2 পানির সাথে বিক্রিয়ায় H_2CO_3 এবং তা বিয়োজিত হয়ে HCO_3^- ও H^+ উৎপন্ন করে। রক্তের এসিড জাতীয় দ্রবণ শোষিত হলে তা HCO_3^- এর সাথে বিক্রিয়া করে প্রশমিত হয়।

$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3$

আবার রক্তে ক্ষারীয় দ্রবণ শোষিত হলে তা H_2CO_3 এর সাথে বিক্রিয়ায় প্রশমিত হয়।

$OH^- + H_2CO_3 \longrightarrow HCO_3^- + H_2O$

গ ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৪ কার্বন ডাই সালফাইড, কার্বন ও সালফার এর দহন তাপ এর মান যথাক্রমে

$-1109\ kJmoL^{-1}, -394 kJ\ moL^{-1}$ I $-297.3\ kJmol^{-1}$.

[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

ক. হেস এর সূত্রের বিবৃতি দাও। ১

খ. Na^{2+} আয়ন গঠন সম্ভব নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের কার্বন দহনে 170kJ শক্তি উৎপন্ন করতে STP তে কত mL অক্সিজেন প্রয়োজন। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কার্বন ডাই সালফাইল (CS_2) এর গঠন তাপ তাপোৎপাদী নাকি তাপহারী হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ Na পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, ৩য় পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের পরমাণু অপেক্ষা বেশি হওয়ায়, Na এর প্রথম আয়নীকরণ শক্তি কম হয়। Na^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস Ne এর অনুরূপ হওয়ায় ইলেকট্রন বিন্যাসটি স্থিতিশীল হয়। Na^+ আয়নের ব্যাসার্ধ (0.095 nm) এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.157 nm অপেক্ষা কম। তাই Na^+ এর বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় ফলে Na^+ আয়নস্থ বহিঃস্থ কক্ষপথ হতে ইলেকট্রন অপসারণে প্রচুর শক্তির (4562 kJ/mol) প্রয়োজন হয় বিধায় Na^+ হতে আরও একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে Na^{2+} গঠন সম্ভবপর নয়।

গ ৯৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১০০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৫ $PCl_5(s) = PCl_3(g) + Cl_2(g)$ $\Delta H = +ve$
PCl_5 বিক্রিয়াটি 30°C তাপমাত্রায় 1.5 atm চাপে 15% বিয়োজিত হয়।

[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

ক. প্রভাবক বিষ কি? ১
খ. শিখন পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির Kp এর মান নির্ণয় কর। ৩
ঘ. সাম্যবস্থায় বিক্রিয়াটিতে তাপ ও চাপের পরিবর্তন ঘটলে উৎপাদন পরিমানের পরিবর্তন ঘটে কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

১১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস প্রাপ্ত হয়, এমনকি বন্ধ হয়ে যায় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

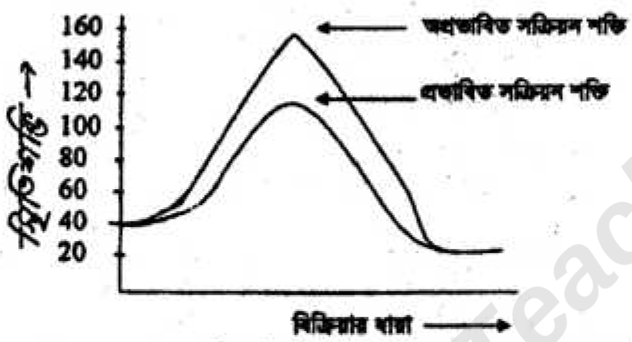
খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$
$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)
(ইটের মত লাল)

গ ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৬



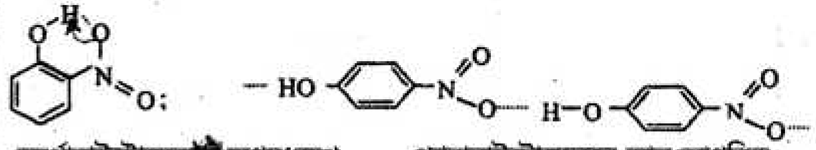
[শেরউড ইন্টারন্যাশনাল (প্রা:) স্কুল এ্যান্ড কলেজ, বগুড়া]

ক. ক্রোমাটোগ্রাফি কি? ১
খ. অর্থোনাইট্রোফেনল অপেক্ষা প্যারা নাইট্রোফেনলের স্ফুটনাংক বেশি কেন? ২
গ. উদ্দীপক থেকে প্রভাবিত ও অপ্রভাবিত সক্রিয়ন শক্তি এবং ΔH এর মান গণনা কর। ৩
ঘ. ধনাত্মক প্রভাবক ও ঋণাত্মক প্রভাবক সংযোগ করলে বিক্রিয়ার হার কীভাবে প্রভাবিত হয় সক্রিয়ন শক্তির আলোকে উদ্দীপকটি বিশ্লেষণ কর। ৪

১১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ অর্থোনাইট্রোফেনল এবং প্যারানাইট্রোফেনল উভয় যৌগে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হয়। কিন্তু অর্থোনাইট্রোফেনলের অণুসমূহের মধ্যে অণুমধ্যস্থ হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হওয়ায় এর গলনাঙ্ক তেমন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু প্যারানাইট্রোফেনলের অণুসমূহ একে অন্যের সাথে আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনে যুক্ত থাকে। এই বন্ধন গঠনে অণুসমূহের মধ্যস্থিত অতিরিক্ত হাইড্রোজেন বন্ধন ভাঙতে অতিরিক্ত তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়। ফলে প্যারানাইট্রোফেনল এর গলনাঙ্ক অর্থোনাইট্রোফেনল অপেক্ষা বেশি হয়।



অর্থোনাইট্রোফেনলে অণুমধ্যস্থ হাইড্রোজেন বন্ধন — প্যারানাইট্রোফেনলে আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১১৭ X এবং Y এর সাধারণ সংকেত C_nH_{2n+2} ; X এবং Y এর জন্য n এর মান যথাক্রমে 1 এবং 2।
$\Delta H^\circ (A) = -74.89 kJ\ mol^{-1}$ $\Delta H^\circ_f (B) = -84.2 kJ\ mol^{-1}$
$\Delta H^\circ_f (CO_2) = -395.5 kJ\ mol^{-1}$, $\Delta H_f (H_2O) = -220.20 kJ\ mol^{-1}$

[শেরউড ইন্টারন্যাশনাল (প্রা:) স্কুল এ্যান্ড কলেজ, বগুড়া]

ক. সবুজ রসায়ন কি? ১
খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার বেগ বৃদ্ধি পায় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের X যৌগের গঠন প্রক্রিয়া সংকরণের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের X এবং Y মধ্যে কোনটি জ্বালানি হিসেবে বেশি উপযোগী গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

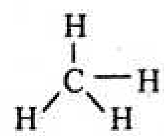
ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

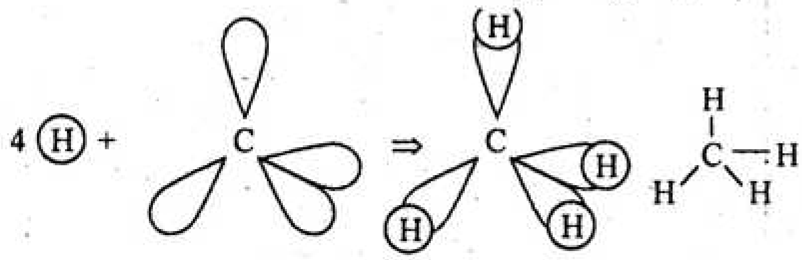
খ বিক্রিয়ার গতির উপর তাপমাত্রার যথেষ্ট প্রভাব রয়েছে। বিজ্ঞানী আরহেনিয়াসের পরীক্ষা থেকে দেখা যায় যে, প্রতি 10°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য প্রায় সব বিক্রিয়ার হার দ্বিগুণ বা তিনগুণ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ হলো—

i. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকৃত অণু বা আয়নগুলোর গতিবেগ বৃদ্ধি পায়।
ii. অণুগুলোর মধ্যে সংঘর্ষের হার বৃদ্ধি পায়।
iii. অধিকতর সংখ্যক অণু বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সক্রিয়ন শক্তি লাভ করে থাকে।

গ উদ্দীপকের X যৌগটি CH_4 মিথেন অণুতে কেন্দ্রীয় পরমাণু হচ্ছে কার্বন। তার সাথে 4টি 'H' পরমাণু 8টি একক বন্ধনে যুক্ত। এ 4টি বন্ধন σ-বন্ধন এবং এ সিগমা বন্ধনগুলো তৈরীর পূর্বে কার্বনের শেষ স্তরের 4টি যোজ্যতা অরবিটাল $2s^1$, $2p_x^1$, $2p_y^1$ এবং $2p_z^1$ এরা প্রত্যেকে একটি করে যোজ্যতা ইলেকট্রন ধারণ করে সংমিশ্রিত হয়ে সংকরনে যায়। (মূল নীতির স্বীকার্য-1) ফলে সমসংখ্যক অর্থাৎ চারটি সংকরিত sp^3 অরবিটাল তৈরী হয় এবং এ সংকরিত অরবিটালগুলো চতুস্তলকীয় গঠন-বিন্যাসে বিন্যস্ত হয়। এ কারণে CH_4 অণু গঠনের পর অণুটি চতুস্তলকীয় গঠন ধারণ করে। চতুস্তলকীয় কাঠামোতে থাকায় CH_4 অণুর C–H বন্ধনগুলো পরস্পর হতে প্রায় 109.5° কৌণিক দূরত্বে বিন্যস্ত থাকে।

$C(6) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 3p_z^0$
$C^*(6) = 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 3p_z^1$





ঘ ২৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১১৮ 'X' ছাত্র 2 ডিজিট ব্যালেন্সের সাহায্যে $2.5g Na_2CO_3$ এবং 'y' ছাত্র $2.94g\ K_2Cr_2O_7$ 4- ডিজিট ব্যালেন্সে ওজন মেপে পৃথক দুটি 250mL আয়তন মিতিক ফ্লাস্কে নিয়ে প্রয়োজনমত পানি মিশিয়ে দ্রবণ তৈরি করল। *[শেরউড ইন্টারন্যাশনাল (প্রা:) স্কুল এ্যান্ড কলেজ, বগুড়া]*

ক. কিউরিং কি? ১

খ. খাদ্য কৌটাজাত করণে এগজসটিং করা হয় কেন? ২

গ. X এর প্রস্তুতকৃত দ্রবণের pH কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্রবণদ্বয়ের মধ্যে কোন দ্রবণটি প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে অধিক গ্রহণযোগ্য যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক খাদ্য সংরক্ষণের উদ্দেশ্যে কৌটাজাত খাদ্যকে লবণের দ্রবণ (NaCl এর জলীয় দ্রবণ 5–20%) এ সংরক্ষণের পদ্ধতিকে কিউরিং (Curing) বলে।

খ সিলিং এর আগে খাদ্যে বিশেষ প্রক্রিয়ায় তাপ দেওয়া হয়। এর ফলে পাত্রের ভেতরের সব বায়ু দূর হয় এবং বায়বীয় অণুজীব জন্মাতে বা বংশ বিস্তার করতে পারে না। এ অবস্থায় ক্যান সিল করে শীতল করলে ক্যানের ভেতরের বাষ্প তরল হয়ে খাদ্যে মিশে যায় এবং বায়ুশূন্যতার সৃষ্টি হয়। আর এ বায়ুশূন্যতার কারণে ভেতরে কোনো বায়বীয় অণুজীব জন্মাতে পারে না বা বংশ বিস্তার করতে পারে না। অর্থাৎ খাদ্যকে অণুজীবের আক্রমণ থেকে রক্ষার জন্যই এগজসটিং করা হয়।

গ Na_2CO_3 দ্রবণে বিক্রিয়াটি

$$Na_2CO_3 + 2H_2O = H_2CO_3 + (2Na^+ + 2OH^-)$$

দ্রবণে Na_2CO_3 এর ঘনমাত্রা $C = \frac{1000 \times 2.5}{106 \times 250} = 0.1\ M$

$\therefore [OH^-] = 2 \times 0.1 = 0.2\ M$

$\therefore pH = 14 - \{-\log(0.2)\}$

$= 13.3$

ঘ উদ্দীপকের দ্রবণদ্বয়ের মধ্যে $K_2Cr_2O_7$ দ্রবণটি প্রমাণ দ্রবণ হিসেবে অধিকতর গ্রহণযোগ্য। কারণ এটি 4-ডিজিট ব্যালেন্স দ্বারা দ্রব্যের ভর পরিমাপ করে তৈরি করা হয়েছে।

Na_2CO_3, $K_2Cr_2O_7$, অক্সালিক এসিড ($H_2C_2O_4$) প্রভৃতি যৌগগুলো হচ্ছে প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। ডিজিটাল ব্যালেন্সের সাহায্যে সরাসরি ওজন নিয়েই এদের ঘনমাত্রা নির্ধারণ করা যায়। সুতরাং ওজন নেওয়ার ক্ষেত্রে যত সূক্ষ্মভাবে ভর পরিমাপ করা যায়, যৌগটির ঘনমাত্রার সূক্ষ্মতাও তত বেশি হয়। আবার প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের ঘনমাত্রার সাহায্য নিয়েই সেকেন্ডারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের দ্রবণের ঘনমাত্রা নির্ণয় করা হয়। তাই প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থের দ্রবণের ঘনমাত্রার পরিমাপে সূক্ষ্মতা অতি জরুরি। এ কারণেই 2-digit ব্যালেন্সের পরিবর্তে 4-digit ব্যালেন্স ব্যবহার আবশ্যক।

প্রশ্ন ▶ ১১৯ বিজ্ঞানী অ্যারহেনিয়াস সর্ব প্রথম বিক্রিয়ার বেগ ধ্রুবক ও তাপমাত্রার সাথে সম্পর্ক যুক্ত একটি প্রতিষ্ঠা করেন। তিনি লক্ষ করেন যে, 25°C তাপমাত্রায় একটি বিক্রিয়াকের হার ধ্রুবক $3.46 \times 10^{-5}\ s^{-1}$ এবং সক্রিয়ন শক্তি 85 kJ/mol *[দিনাজপুর সরকারি কলেজ]*

ক. পানির আয়নিক গুণফল কী? ১

খ. "K_p, K_c মান কখন শূন্য হতে পারে না"—ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 50°C তাপমাত্রায় উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির হার ধ্রুবকের মান নির্ণয় যায়? ৩

ঘ. উদ্দীপকের সম্পর্ক হতে কীভাবে কোন বিক্রিয়ার সক্রিয়ন শক্তির মান নির্ণয় করা যায়? ৪

১১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পানিতে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এবং হাইড্রোক্সাইড (OH^-) আয়নের মোলার ঘনমাত্রার গুণফলকে পানির আয়নিক গুণফল বলে।

খ সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না। কারণ ভরক্রিয়া সূত্রমতে একটি সাধারণ উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে,

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

$$\text{সাম্যধ্রুবক, } K_c = \frac{[C] \times [D]}{[A] \times [B]}$$

এক্ষেত্রে যদি K_c এর মান শূন্য হতে হয় তবে উৎপাদ C ও D এর মধ্যে হয় C এর ঘনমাত্রা, [C] না হয় D এর ঘনমাত্রা, [D] এর মধ্যে অন্তত একটিকে শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়া সম্পূর্ণভাবে শেষ হতে হবে। কিন্তু বাস্তবে তা কখনোই সম্ভব হয় না।

সুতরাং সাম্যধ্রুবক K_c এর মান কখনো শূন্য হতে পারে না।

K_p হলো বিক্রিয়ার উৎপাদের আংশিক চাপের গুণফল ও বিক্রিয়কের আংশিক চাপের গুনফলের অনুপাত। K_p এর মান শূন্য হতে হলে উৎপাদকের আংশিক চাপের গুণফল শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ তখন কোনো উৎপাদ তৈরি হয়নি, অর্থাৎ বিক্রিয়া শুরু হয়নি বলা যায়। সুতরাং বুঝা যায় যে সাম্যাবস্থা অর্জিত হয়নি। কিন্তু সাম্যাবস্থার ক্ষেত্রে তা কখনোই সম্ভব নয়। তাই K_p এর মান শূন্য হতে পারেনা।

গ আমরা জানি, $\ln\frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1T_2}\right)$......................(i)

এখানে, সক্রিয়ন শক্তি $E_a = 85$ kJ/mol

$= (85 \times 1000)$ J/mol

১ম তাপমাত্রা, $T_1 = (273 + 25) = 298$ K

২য় তাপমাত্রা, $T_2 = (273 + 50) = 323$ K

মোলার গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.314\ JK^{-1}mol^{-1}$

25°C তাপমাত্রার হার ধ্রুবক, $K_1 = 3.46 \times 10^{-5}\ s^{-1}$

50°C " " " $= K_2 =$ কত?

(i) নংসমীকরণ হতে পাই,

$$\ln\frac{k_2}{k_1} = \frac{85 \times 1000}{8.314}\left(\frac{323 - 298}{323 \times 298}\right)$$

$$\Rightarrow \ln\frac{k_2}{k_1} = 2.6554$$

$$\Rightarrow \frac{k_2}{k_1} = 14.23069$$

$$\Rightarrow k_2 = (14.23069 \times 3.46 \times 10^{-5})s^{-1}$$

$$\therefore k_2 = 4.92 \times 10^{-4}\ s^{-1}$$

ঘ অ্যারহেনিয়াস সমীকরণটি নিম্নরূপ—

$k = A.e^{-E_a/RT}$ এখানে; Ea = বিক্রিয়কের সক্রিয়ণ শক্তি

R = সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক

T = কেলভিন তাপমাত্রা

অ্যারহেনিয়াস সমীকরণের উপর পার্শ্বে লগ নিয়ে পাওয়া যায়—

$\ln k = \ln A - \frac{-E_a}{RT}$ ....(1)

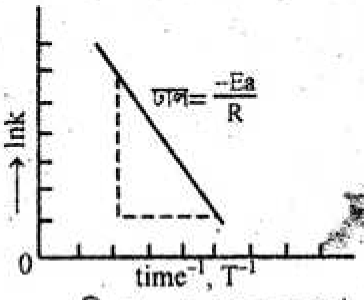
বা, $\log k = \log A - \frac{Ea}{2.303R} \times \frac{1}{T}$

T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় যদি বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক যথাক্রমে k_1 ও k_2 হয়; তবে সমীকরণ থেকে পাই; $\log\frac{k_2}{k_1} = \frac{Ea}{2.303R} \times \left[\frac{T_1 - T_2}{T_1T_2}\right]$.......(2)

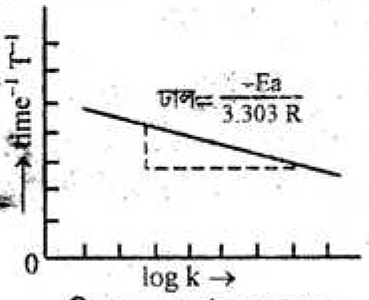
অতএব, সমীকরণ (2) থেকে দেখা যাচ্ছে যে, T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় K_1 ও K_2 জানা থাকলে তার সাহায্যে সক্রিয়ণ শক্তি Ea নির্ণয় করা যায়।

সমীকরণ (1) থেকে এটি স্পষ্ট যে, 1nk বনাম $\frac{1}{T}$ এর লেখচিত্র আঁকলে চিত্র ১ এর ন্যায় একটি সরলরেখা পাওয়া যাবে। সরলরেখার ঢাল হবে

$-\frac{Ea}{R}$ । যদি $\frac{1}{T}$ এর বিপরীত logk বসিয়ে লেখচিত্র ২ আঁকা যায়, তবে প্রাপ্ত সরলরেখা ঢাল হবে $-E_a/2.303R$। সুতরাং লেখচিত্র থেকেও সক্রিয়ণ শক্তি E_a হিসাব করা যায়। অ্যারহেনিয়াস সমীকরণ শুধু সমসত্ত্ব গ্যাসীয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে নয় বরং দ্রবণ সংঘটিত বিক্রিয়া কিংবা অসমসত্ত্ব বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেও এটি সমানভাবে প্রযোজ্য।



চিত্র-১: lnk বনাম T^{-1}



চিত্র-২: T^{-1} বনাম lnk

প্রশ্ন ▶ ১২০ 80mL HCOOH এর ডেসি মোলার দ্রবণের মধ্যে 30mL 0.05 M NaOH দ্রবণ যোগ করা হলে এসিডের সাম্য ধ্রুবক 1.5×10^{-4}

[দিনাজপুর সরকারি কলেজ]

ক. হেসের সূত্রটি লিখ।? ১

খ. বাফার দ্রবণ প্রস্তুতিতে মৃদু এসিড বা ক্ষার ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. মিশ্রণটির pOH নির্ণয় কর। ৩

ঘ. pOH নিয়ন্ত্রণে মিশ্রণটি ভূমিকা বিশ্লেষণ কর। ৪

১২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ মৃদু এসিড বা মৃদু ক্ষার জলীয় দ্রবণে আংশিক বিয়োজিত হয়ে সাম্যাবস্থা বিরাজ করে। সাম্যাবস্থানে সামান্য পরিমাণে এসিড বা ক্ষার যোগ করলে উক্ত সাম্যাবস্থা যেকোন একদিকে সরে গিয়ে pH মান স্থির থাকে। অপর দিকে শক্তিশালী এসিড বা ক্ষার 100% বিয়োজিত হয়ে থাকে ফলে সাম্যাবস্থা তৈরি করে না।

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ (আংশিক বিয়োজিত)

$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ (আংশিক বিয়োজিত)

দ্রবণে এসিড (H^+) বা ক্ষার (OH^-) যোগ করলে সাম্যাবস্থা যেকোন একদিকে সরে গিয়ে pH স্থির রাখে তাই মৃদু এসিড বা ক্ষারের মাধ্যমে বাফার দ্রবণ তৈরি করা হয়।

গ HCOOH ও NaOH এর বিক্রিয়া নিম্নরূপ ঃ

$HCOOH + NaOH \rightarrow HCOONa + H_2O$

80 mL 0.1 M   30 mL 0.05M

সমীকরণ মতে, 1mole HCOOH ≡ 1 mole NaOH

$80\text{ mL } 0.1\text{ M HCOOH} = (2 \times 80)\text{ mL } \frac{0.1}{2}\text{ MHCOOH}$

$= 160\text{ mL } 0.05\text{ M HCOOH}$

30 mL 0.05M NaOH এর 30 mL 0.05M HCOOH বিক্রিয়া করে এবং বিক্রিয়া শেষে (160 – 30) বা 130 mL 0.05M HCOOHা অবশিষ্ট থাকবে এবং 30 ml HCOONa উৎপন্ন হবে। ফলে একটি বাফার দ্রবণ উৎপন্ন হবে।

আমরা জানি,

$$pH = pKa + \log\frac{[HCOONa]}{[HCOOH]}$$

$$\Rightarrow pH = -\log(Ka) + \log\frac{30}{130}$$

$$\Rightarrow pH = -\log(1.5 \times 10^{-4}) + \log\frac{30}{130}$$

$$\Rightarrow pH = 3.8239 + (-0.6368)$$

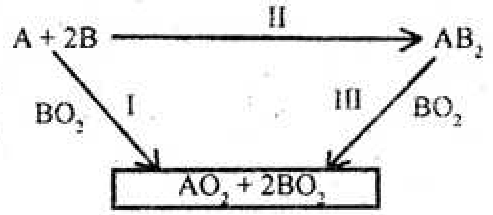
$$\Rightarrow pH = 3.187$$

$$\therefore pH = 3.19$$

এখন, pOH = 14 – pH = 14 – 3.19 = 10.81

ঘ ৩২(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১২১ উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



উদ্দীপকের A, B, AB_2 এর দহন এনথালপি যথাক্রমে–394.55kJmol⁻¹ –297.39kJjmol⁻¹ এবং –1109.17kJmol⁻¹

[কারমাইকেল কলেজ, রংপুর]

ক. দহন তাপ কাকে বলে? ১

খ. সমআয়ন প্রভাব বলতে কি বুঝ? ২

গ. উদ্দীপকের ডাটা ব্যবহার করে AB_2 এর গঠন এনথালপি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের সংশ্লিষ্ট ডাটা হেসের সূত্র মেনে চলে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে 1 মোল কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থকে অক্সিজেনে সম্পূর্ণরূপে দহন করলে তাপের যে পরিবর্তন ঘটে তাকে দহন তাপ বলে।

খ দ্রবণে সমআয়ন উপস্থিত থাকলে কোনো লবণের দ্রাব্যতার যে পরিবর্তন ঘটে তাকে সমআয়ন প্রভাব বলে। যেমন : NaCl এর জলীয় দ্রবণে যদি AgCl দ্রবীভূত করা হয় তাহলে উভয় যৌগের সাধারণ আয়ন Cl^- এর পরিমাণ বেড়ে যাবে ও NaCl এর দ্রাব্যতার হ্রাস পাবে। এটিই সমআয়ন প্রভাব।

গ দেওয়া আছে,

$A + O_2 \rightarrow AO_2;\ \Delta H = -394.55\text{ kJ mol}^{-1}$ .... (i)

$B + O_2 \rightarrow BO_2;\ \Delta H = -297.39\text{ kJ mol}^{-1}$ .... (ii)

$AB_2 + O_2 \rightarrow AO_2 + 2BO_2;\ \Delta H = -1109.17\text{ kJ mol}^{-1}$ ....(iii)

সুতরাং (iii) নং বিক্রিয়া হতে,

$\Delta H = (H_{AO_2} + 2 \times H_{BO_2}) - (H_{AB_2} + O)$

$\therefore -1109.17 = \{-394.55 + 2 \times (-297.39)\} - H_{AB_2}$

বা, $H_{AB_2} = -989.33 + 1109.17$

$\therefore H_{AB_2} = 119.84\text{ kJ}$

অর্থাৎ, AB_2 এর গঠন এনথালপি = 119.84 kJ

ঘ হেসের সূত্রানুযায়ী যদি কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে সে বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রেই বিক্রিয়া এনথালপি সমান থাকবে।

উদ্দীপকে ($AO_2 + 2BO_2$) উৎপন্ন হওয়ার বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপ:

$A + 2B \xrightarrow{I} AB_2$

$AB_2 + 3O_2 \xrightarrow{III} AO_2 + 2BO_2$

এবং $A + 2B + 3O_2 \xrightarrow{II} AO_2 + 2BO_2$

ধাপ-II, এ বিক্রিয়া এনথালপি = AB_2 এর গঠন এনথালপি
= 120 kJ

ধাপ-III এ বিক্রিয়া এনথালপি = [– 394.55 + 2 (– 297.39)] – {120 + 0}
= – 1109.33 kJ

সুতরাং ধাপ-II ও ধাপ-III এ মোট এনথালপি

$= (-1109.33 + 120)kJ$

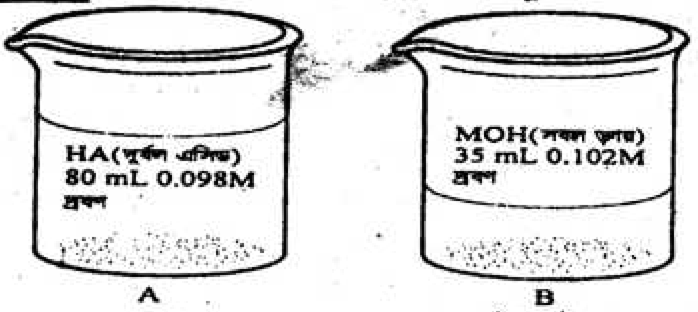
$= -989.33$ kJ

ধাপ-I এ বিক্রিয়া এনথালপি $= \{-394.55 + 2(-297.39)\} - O$

$= -989.33$ kJ

অর্থাৎ ($AB_2 + 2BO_2$) উৎপন্ন হওয়ার উভয় প্রক্রিয়ায় বিক্রিয়া এনথালপি সমান। সুতরাং উক্ত ডাটা হেসের সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ১২২ উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[কারমাইকেল কলেজ, রংপুর]

ক. গ্রিন কেমিস্ট্রি কি? ১

খ. সমসত্ত্ব প্রভাবনের কৌশল ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বিকার A এর বিয়োজন ধ্রুবক 1.8×10^{-5} হলে এসিডটির pOH নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দ্রবণ দুটি একত্রে মিশ্রিত করলে কোন ধরনের বাফার দ্রবণ প্রস্তুত হবে? ক্রিয়াকৌশলসহ বর্ণনা কর। ৪

১২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ প্রভাবক ও বিক্রিয়ক একই দশায় বিদ্যমান থাকলে সেই প্রভাবণকে সমসত্ত্ব প্রভাবন বলে। এসব ক্ষেত্রে প্রভাবক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী কোন বিক্রিয়কের সাথে বিক্রিয়া করে একটি মধ্যবর্তী জটিল পদার্থ তৈরি করে। জটিল পদার্থটি পরে বিয়োজিত হয়ে বিক্রিয়কের সাথে বিক্রিয়া করে উৎপাদ গঠন করে।

গ দেওয়া আছে,

HA এর বিয়োজন ধ্রুবক $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

আমরা জানি,

H^+ এর ঘনমাত্রা $[H^+] = \sqrt{K_aC}$ [C মোলার ঘনমাত্রা]

$= \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.098}$

$= 1.33 \times 10^{-3}$

$\therefore$ উক্ত দ্রবণের pH $= \log [H^+]$

$= 2.88$

$\therefore pOH = 14 - 2.88$

$= 11.1$

ঘ উদ্দীপক থেকে উক্ত দুর্বল এসিড ও সবল ক্ষারের মিশ্রণে একটি অম্লীয় বাফার তৈরি হবে যার pH সামান্য এসিড বা ক্ষারের মিশ্রণেও সংরক্ষিত থাকে।

ক্রিয়াকৌশল: উক্ত দ্রবণদ্বয়ের মিশ্রণের বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$HA + MOH \longrightarrow MA + H_2O$

দ্রবণটিতে HA ও MA নিম্নরূপে বিয়োজিত অবস্থায় থাকবে।

$HA \longrightarrow A^- + H^+$ [মৃদু এসিড, তাই সামান্য বিয়োজিত হয়]

$MA \longrightarrow A^- + M^+$ [আয়নিক লবণ, তাই সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়]

HA ও MA এর মিশ্রণে বাফারটি তৈরী হয়।

ঐ মিশ্রণে সামান্য পরিমাণ এসিড অর্থাৎ H^+ আয়ন যোগ করলে H^+ আয়নগুলো দ্রবণের A^- এর সাথে যুক্ত হয়ে HA তৈরী করে যা অতি সামান্য পরিমাণ বিয়োজিত হয়, ফলে ঐ দ্রবণে H^+ আয়নের ঘনমাত্রার বিশেষ পরিবর্তন হয় না। অর্থাৎ pH এর মান প্রায় অপরিবর্তিত থাকে।

$H^+ + A^- \longrightarrow HA$

আবার, দ্রবণটিতে সামান্য পরিমাণ OH^- আয়ন যোগকরলে তা দ্রবণে উপস্থিত H^+ এর সাথে বিক্রিয়া করে অতীব মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য পানি অণু সৃষ্টি করে। তখন HA এসিডের সাম্যাবস্থা ডান দিকে সরে গিয়ে H^+ আয়ন তৈরি করে বিক্রিয়ারত H^+ আয়নের অভাব পূরণ করে। ফলে pH অপরিবর্তিত থাকে। $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$

প্রশ্ন ▶ ১২৩ (i) $XY_4(g) \xrightleftharpoons{200°C} XY_2(g) + Y_2(g) + 16kJ$ (ii) $AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g);; \Delta H = +Ve$ (i) নং বিক্রিয়াটি 8L পাত্রে 5 mol XY_4 নিয়ে শুরু হয় এবং সাম্যাবস্থায় 2 mol Y_2 গ্যাস যায়

[কারমাইকেল কলেজ, রংপুর]

ক. ভর ক্রিয়া সূত্রটি লিখ। ১

খ. NaOH ও HF এর প্রশমন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকের (II) নং বিক্রিয়া এর বিয়োজন হ্রাসে কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা যেতে পারে বিশ্লেষণ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের (I) নং বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ অর্ধেক করলে বিয়োজন মাত্রার কী পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ $AB_5(g) \rightleftharpoons AB_3(g) + B_2(g);; \Delta H = +Ve$

বিক্রিয়াটি একটি— i) তাপহারী বিক্রিয়া

ii) উভমুখী বিক্রিয়া ও

iii) আয়তন বৃদ্ধির মাধ্যমে ঘটে (একমোল বিক্রিয়ক থেকে 2 mol উৎপাদ তৈরি হয়)

লক্ষতেলিয়ে নীতি অনুসারে AB_5 এর বিয়োজন হ্রাসে নিম্নোক্ত পদক্ষেপ নেয়া যাবে—

i. যেহেতু বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া, তাই তাপমাত্রা হ্রাস করলে AB_5 এর বিয়োজন হ্রাস পাবে অর্থাৎ বিক্রিয়াটি ডান থেকে বামে সরে আসবে।

ii. যেহেতু বিক্রিয়াটি আয়তন বৃদ্ধির মাধ্যমে, তাই এতে চাপ বাড়ালে AB_5 এর বিয়োজন হ্রাস পাবে ফলে সাম্যের অবস্থান ডান থেকে বাম দিকে সরে আসবে।

ঘ ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১২৪ নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

$PCl_5(g) \Leftrightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$

25°C তাপমাত্রায় এবং 1 বায়ুচাপে 70%PCl_5 বিয়োজিত হয়ে PCl_3 এবং Cl_2 উৎপন্ন করে।

[পুলিশ লাইন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

ক. কিউরিং কি? ১

খ. তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপ ধ্রুবক—ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উপরের বিক্রিয়ার Kp এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বিক্রিয়াটিতে তাপমাত্রা ও চাপ বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থার কিরূপ পরিবর্তন ঘটবে—ব্যাখ্যা কর। ৪

১২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক খাদ্য সংরক্ষণের উদ্দেশ্যে কৌটাজাত খাদ্যকে লবণের দ্রবণ (NaCl এর জলীয় দ্রবণ 5–20%) এ সংরক্ষণের পদ্ধতিকে কিউরিং (Curing) বলে।

খ এসিড ও ক্ষারের তত্ত্বানুযায়ী সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষার জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণভাবে আয়নিত অবস্থায় থাকে।
মিশ্রণে এদের মধ্যে সত্যিকার বিক্রিয়া হলো নিম্নরূপ:

$[H^+(aq) + Cl^-(aq)] + [Na^+(aq) + OH^-(aq)] \longrightarrow [Na^+(aq) + Cl^-(aq)] + H_2O(l)$

অর্থাৎ এ ক্ষেত্রে কার্যকর বিক্রিয়া হচ্ছে

$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$

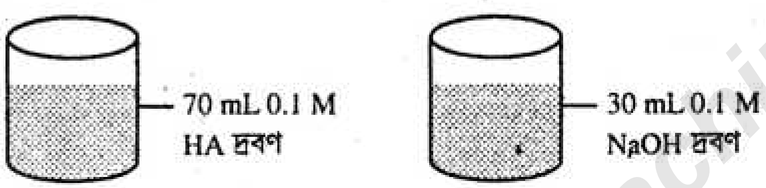
এবং সমগ্র বিক্রিয়ার বিক্রিয়া এনথালপি হলো প্রকৃতপক্ষে এ বিক্রিয়ার এনথালপি।

তাই সব তীব্র ক্ষার ও তীব্র এসিডের মধ্যে প্রকৃতপক্ষে উপরোক্ত এই একই বিক্রিয়া অনুষ্ঠিত হয়। তাই সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপ এর মান ধ্রুবক হয়।

গ ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১২৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



চিত্র-১নং দ্রবণ   চিত্র-২নং দ্রবণ

[পুলিশ লাইন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

ক. R_f কী? ১

খ. মোলারিটি তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল কেন? ২

গ. ১ নং দ্রবণের pH এর মান কত? ($Ka = 1.8 \times 10^{-5}$) ৩

ঘ. ১ নং দ্রবণের মধ্যে ২ নং দ্রবণের সম্পূর্ণরূপে মিশ্রিত করা হল। উক্ত মিশ্রণের pH গণনা কর। ৪

১২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেপার ক্রোমাটোগ্রাফীতে উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাতকে R_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ মোলারিটি তাপমাত্রা দ্বারা প্রভাবিত হয়, কেননা এটি দ্রবণের আয়তনের সাথে সম্পর্কিত। আবার কোনো পদার্থের আয়তন তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয়।

মোলারিটির প্রকাশের সমীকরণ হলো: $M = \frac{\text{মোল}}{\text{আয়তন}}$ (mol/L)।

তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আয়তন বেড়ে যায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে আয়তন হ্রাস পায়। সুতরাং বলা যায় যে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আয়তনের উপর নির্ভরশীল দ্রবণের মোলারিটি হ্রাস পায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে মোলারিটি বৃদ্ধি পায়।

গ ১০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১২৬



[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কী? ১

খ. গ্লাস ক্লিনারে অ্যামোনিয়া ব্যবহারের কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 'খ' পাত্রের অ্যানায়নের ঘনমাত্রা ppm এ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দ্রবণদ্বয়ের মিশ্রণ বাফার দ্রবণ হিসেবে আচরণ করবে কী? বিশ্লেষণ কর। ৪

১২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক খাদ্য নিরাপত্তা: বছরের সব সময় সব নাগরিকের সুস্থ ও কর্মক্ষম জীবন ধারনের জন্য পরিমাণে পর্যাপ্ত, স্বাস্থ্য বিধিগত, নিরাপদ ও সঠিক পুষ্টিমানের খাদ্য যোগান নিশ্চিতকরণ করার ব্যবস্থাকে খাদ্য নিরাপত্তা বলে।

খ গ্লাস ক্লিনারের মূল উপাদান হিসেবে NH_3 ব্যবহার করা হয়। কারণ NH_3 পানির সাথে বিক্রিয়ায় NH_4OH উৎপন্ন করে। উৎপন্ন NH_4OH এর OH^- আয়ন কাচের কোনোরূপ ক্ষতি না করে বরং ময়লা পরিষ্কার করতে সহায়তা করে। গ্লাসে ময়লা হিসাবে সাধারণত ধূলাবালির কণা এর পৃষ্ঠতলের উপর জমা হয়। আর ধুলাবালির এই কণাসমূহ বিভিন্ন ধাতুর অক্সাইড হিসাবে থাকে যা অ্যামোনিয়ার সাথে বিক্রিয়ায় গ্লাসের পৃষ্ঠতল থেকে অপসারিত হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে NH_3 ব্যবহার করা হয়।

গ খ পাত্রে

$H_2C_2O_4 \rightleftharpoons H^+ + HC_2O_4^-$

∴ এখানে, $[H_2C_2O_4] = 0.1M$

$K_a = \frac{[H^+][HC_2O_4^-]}{[H_2C_2O_4]} = 5.6 \times 10^{-2}$

বা, $[H^+][HC_2O_4^-] = 0.1 \times 5.6 \times 10^{-2}$

এখানে, $[H^+] = [HC_2O_4^-]$

∴ $[HC_2O_4^-] = 5.6 \times 10^{-3}$

$[HC_2O_4^-] = 0.074M$

$HC_2O_4^-$ এর আণবিক ভর = 89

0.074M অর্থাৎ 0.074 mol L^{-1} দ্রবণ

∴ 1L দ্রবণে $HC_2O_4^-$ আয়নের ঘনমাত্রা

= 0.074 mol

= (0.074 × 89) g

= 6.586 g

∴ ঘনমাত্রা = 6.586 g/L = 6586 mg/L

= 6586 ppm

ঘ মিশ্রণের বিক্রিয়াটি

$2MOH + H_2C_2O_4 \longrightarrow (C_2O_4)M_2 + 2H_2O$

এখানে, ক পাত্রে—

MOH এর আয়তন, $V_b = 80$ mL

ঘনমাত্রা, $M_b = 0.1M$

মোল সংখ্যা $= \frac{0.1 \times 80}{1000}$ mol

= 0.008 mol

খ পাত্রে,

$C_2O_4H_2$ এর আয়তন, $V_a = 70$ mL

ঘনমাত্রা, $M_a = 0.2M$

মোল সংখ্যা $= \frac{0.2 \times 70}{1000}$

= 0.014

1 মোল $H_2C_2O_4 \equiv 2$ মোল MOH

0.008 mol $H_2C_2O_4$ = 0.016 মোল MOH

$\therefore$ 0.008 mol MOH = 0.001 mol $H_2C_2O_4$

$\therefore$ বাকি $H_2C_2O_4$ = 0.01 mol

এবং বিক্রিয়া শেষে $M_2C_2O_4$ থাকবে 0.001 mol

$H_2C_2O_4 \rightleftharpoons H^+ + HC_2O_4^-$

$(C_2O_4) \rightleftharpoons 2M^+ + C_2O_4^{2-}$

H^+ যোগ করলে (C_2O_4) M_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে $HC_2O_4^-$ আয়ন উৎপন্ন করে। উৎপন্ন $HC_2O_4^-$ আবার H^+ এর সাথে যুক্ত হয়ে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য $H_2C_2O_4$ তৈরি করে।

$H^+ + HC_2O_4^- \rightleftharpoons H_2C_2O_4$

আবার সামান্য OH^- যোগ করলে দ্রবণের H^+ আয়ন OH^- এর সাথে যুক্ত হয়ে পানি তৈরি করে।

$OH^- + H^+ \rightleftharpoons H_2O$

সুতরাং, দ্রবণটি বাফার হিসেবে আচরণ করে।

প্রশ্ন ▶ ১২৭ বাতাসের একটি প্রধান মৌল বাদামী বর্ণের গ্যাস উৎপন্ন করে, যা ডাইমার গঠন করে এবং একটি মিশ্র এনহাইড্রাইড। গ্যাসটি পানির সাথে বিক্রিয়া করে একটি অক্সি এসিডের দ্রবণ উৎপন্ন করে।

[নীলফামারী সরকারি কলেজ]

ক. হেস সূত্রটি বর্ণনা কর। ১

খ. তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন এনথালপি ধ্রুবক– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ডাইমার গঠন প্রক্রিয়ায় এর Kp রাশিমালা প্রতিপাদন কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের গ্যাসসমূহ কীভাবে পরিবেশ ও স্বাস্থ্যঝুঁকি তৈরি করে? বিশ্লেষণ কর। ৪

১২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ অম্ল ও ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া একটি আয়নিক বিক্রিয়া। কারণ অম্ল ও ক্ষার বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পূর্বে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় এবং বিক্রিয়ালব্ধ দ্রবণও সম্পূর্ণরূপে আয়নিত অবস্থায় থাকে। যেমন, NaOH ও HCl এর মধ্যে সংঘটিত প্রশমন বিক্রিয়া–

$(Na^+ + OH^-) + (H^+ + Cl^-) = Na^+ + Cl^- + H_2O$

আসলে সকল সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H^+ ও OH^- আয়ন যুক্ত হয়ে একই পদার্থ H_2O তৈরি করে। এই একই পদার্থ তৈরিতে নির্গত তাপের পরিমাণও একই হয়। তাই, সকল তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির।

গ বিক্রিয়ায় বাদামী বর্ণের গ্যাসটি হচ্ছে নাইট্রোজেন ডাই অক্সাইড (NO_2)। এর ডাইমার গঠন প্রক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$$

প্রাথমিক অবস্থায়: 2 mol   0 mol

সাম্যাবস্থায়: $2(1-x)$ x mol

সাম্যাবস্থার মোট মোল সংখ্যা = $2 - x$

মোল ভগ্নাংশ $= \frac{2(1-x)}{2-x} = \frac{x}{2-x}$

ধরি, বিক্রিয়াটি P চাপে সংঘটিত হয়।

$\therefore$ আংশিক চাপ $= \frac{2(1-x)}{2-x}P = \frac{x}{2-x}P$

$$\therefore K_p = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{\frac{x}{2-x}P}{\left(\frac{2(1-x)}{2-x}P\right)^2} = \frac{\frac{xP}{4(1-x)^2P^2}}{2-x}$$

$$= \frac{x(2-x)}{4(1-x)^2 P}$$

যা ডাইমার গঠন প্রক্রিয়ায় K_p এর রাশিমালা।

ঘ ৫৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ [পৃষ্ঠা ৩২২]।

প্রশ্ন ▶ ১২৮ 4.25 mol H_2 ও 4.75 mol N_2 5°C তাপমাত্রায় 1L ফ্লাস্কে রেখে তাপ দিলে 6.70 mol NH_3 উৎপন্ন হয়।

[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

ক. প্রভাবক বিষ কী? ১

খ. তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান ধ্রুবক কেন? ২

গ. সংঘটিত বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. সংঘটিত বিক্রিয়াটির সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ প্রাপ্তির শর্ত প্রতিপাদন করো। ৪

১২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস প্রাপ্ত হয়, এমনকি বন্ধ হয়ে যায় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

খ অম্ল ও ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়া একটি আয়নিক বিক্রিয়া। কারণ অম্ল ও ক্ষার বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পূর্বে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় এবং বিক্রিয়ালব্ধ দ্রবণও সম্পূর্ণরূপে আয়নিত অবস্থায় থাকে। যেমন, NaOH ও HCl এর মধ্যে সংঘটিত প্রশমন বিক্রিয়া–

$(Na^+ + OH^-) + (H^+ + Cl^-) = Na^+ + Cl^- + H_2O$

আসলে সকল সব তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন H^+ ও OH^- আয়ন যুক্ত হয়ে একই পদার্থ H_2O তৈরি করে। এই একই পদার্থ তৈরিতে নির্গত তাপের পরিমাণও একই হয়। তাই, সকল তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপের মান স্থির।

গ ৩০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১২৯



(i) নং দ্রবণ   (ii) নং দ্রবণ

$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

ক. বন্ধন শক্তি কী? ১

খ. পানি অম্ল ও ক্ষার উভয়রূপে আচরণ করে– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. (i) নং দ্রবণের pH নির্ণয় করো। ৩

ঘ. (i) ও (ii) নং দ্রবণের মিশ্রণে সামান্য পরিমাণের অম্ল/ক্ষার যোগ করলে pH এর কোনো পরিবর্তন হবে কী? বিশ্লেষণ করো। ৪

১২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন যৌগে উপস্থিত সকল নির্দিষ্ট বন্ধনের বন্ধন বিয়োজন শক্তির গড় মানকে ঐ যৌগের ঐ নির্দিষ্ট বন্ধনটির বন্ধনশক্তি বলে।

খ ব্রনস্টেড লাউরীর মতে, প্রোটন দানকারী পদার্থ হলো এসিড এবং গ্রহণকারী পদার্থ হলো ক্ষার।

পানি (H_2O) একটি উভধর্মী পদার্থ। কারণ পানি প্রোটিন (H^+) গ্রহণ ও ত্যাগ উভয়ই করতে পারে।

$H_2O + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$

(প্রোটন দান করায় এখানে পানি এসিড হিসেবে কাজ করে)

$H_2O + HCl \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

(প্রোটন গ্রহণ করায় এখানে পানি ক্ষার হিসেবে কাজ করে)

সুতরাং পানির এই উভধর্মী বৈশিষ্ট্যের জন্য বলা যায় H_2O একটি উভধর্মী পদার্থ।

গ ৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১৩০ দুই কার্বন বিশিষ্ট দুইটি হাইড্রোকার্বন P এবং Q যথাক্রমে Sp^3 ও Sp^2 সংকরণের মাধ্যমে গঠিত। Q, $CO_2(g)$, $H_2O(l)$ যৌগ তিনটির প্রধান সংগঠন তাপ যথাক্রমে – 84, – 393 এবং –220 $kJmole^{-1}$, P-হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ দহন তাপ – 1370 $kJmole^{-1}$।

[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. ব্যুরেট কি? ১

খ. NaOH ও HF এর প্রশমন তাপ ধ্রুবক মানের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. 'P' হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ সংগঠন তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের P এবং Q এর মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ল্যাবরেটরিতে ব্যবহৃত এক প্রান্ত খোলা অন্য প্রান্ত বেশ সরু স্টপকর্কযুক্ত দাগ কাঁটা সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট কাঁচনলকে ব্যুরেট বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ২৬(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২৬(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১৩১



X-পাত্র Y-পাত্র Z-পাত্র

$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

[A ও D এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 17 ও 7]

[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. হেসের সূত্রটি লিখ। ১

খ. মৃদু এসিড ও তীব্র ক্ষারের প্রশমন তাপ ধ্রুবক নয়-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. X- পাত্রের দ্রবণের pH কত? ৩

ঘ. Z- পাত্রে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলে দ্রবণের pH মানের কোন পরিবর্তন ঘটবে কি?- বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ এসিড কিংবা ক্ষার যে কোনো একটি যদি দুর্বল প্রকৃতির হয়, তবে এদের প্রশমন তাপের মান স্থির থাকে না। অর্থাৎ এ মান –57.34 kJ হবে না, কম হবে। যেমন এক মোল পরিমাণ দুর্বল অ্যাসিটিক এসিড CH_3COOH কে সবল NaOH দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করলে এদের প্রশমন তাপের মান প্রায় 2.2 kJ পরিমাণ কমে –55.14 kJ হয়। এর কারণ জলীয় দ্রবণে অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) এর অসম্পূর্ণ বিয়োজন।

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$$
$$NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

যেহেতু NaOH একটি তীব্র ক্ষার; তাই এর সম্পূর্ণ বিয়োজনের ফলে সৃষ্ট OH^- আয়ন অ্যাসিটিক এসিডের অসম্পূর্ণ বিয়োজন দ্বারা সৃষ্ট H^+ কে যখনই প্রশমিত করে, তখনই অবিয়োজিত অ্যাসিটিক এসিড পুনরায় বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন উৎপন্ন করে। ফলে সাম্যতা পুনরায় প্রতিষ্ঠিত হয়। সুতরাং অ্যাসিটিক এসিড সম্পূর্ণভাবে প্রশমিত না হওয়া পর্যন্ত উভয় বিক্রিয়াই পাশাপাশি অগ্রসর হতে থাকে। এক্ষেত্রে অ্যাসিটিক এসিডের বিয়োজনে কিছু শক্তির যেমন 2.2 kJ প্রয়োজন হয়; এ কারণেই প্রশম তাপের মান প্রায় 2.2 kJ কমে গিয়ে – 55.14 kJ হয়।

গ উদ্দীপকের D মৌলটি পারমাণবিক সংখ্যা 7।

সুতরাং মৌলটি নাইট্রোজেন। তাই DH_4OH যৌগটির দ্রবণ হবে NH_4OH এর দ্রবণ যা একটি দুর্বল ক্ষার, যেটা X পাত্রে বিদ্যমান আছে।

দেওয়া আছে,

ক্ষারের বিয়োজন ধ্রুবক, $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$

NH_4OH দ্রবণের ঘনমাত্রা, C = 0.1 M

সুতরাং, বিয়োজন মাত্রা, $\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}}$

$= \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.1}}$

$= 1.3416 \times 10^{-2}$

যেহেতু, NH_4OH একটি দুর্বল ক্ষার, তাই জলীয় দ্রবণে NH_4OH এর আংশিক বিয়োজনে OH^- এর ঘনমাত্রা হবে, $[OH^-] = \alpha \times C$

$= 1.3416 \times 10^{-2} \times 0.1$ M

$= 1.3416 \times 10^{-3}$ M

$\therefore$ দ্রবণের $pOH = -\log [OH^-]$

$= -\log (1.3416 \times 10^{-3})$

$= 2.872$

আমরা জানি,

$pH + pOH = 14$

$\Rightarrow pH = 14 - pOH$

$\Rightarrow pH = 14 - 2.872$

$\therefore pH = 11.128$

সুতরাং, X পাত্রের দ্রবণের pH হলো 11.128।

ঘ ২৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶১৩২ $A_2(g)$ ও $B_2(g)$ দুইটি গ্যাস 630K তাপমাত্রা এবং 25 atm চাপে সাম্যাবস্থায় মিশ্রণে 17% AB_3 উৎপন্ন করে।

[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. সেকেন্ডারী বায়ুদূষক কী? ১

খ. সাম্য ধ্রুবকের মান শূন্য বা অসীম হতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে সংগঠিত বিক্রিয়াটির সাম্যধ্রুবক Kp এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হতে কীভাবে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ পাওয়া যাবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল বায়ুদূষক উৎস থেকে সরাসরি নির্গত না হয়ে বরং প্রাইমারি বয়ুদূষকের প্রভাবে উৎপন্ন হয় তাদের সেকেন্ডারি বায়ুদূষক বলে।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

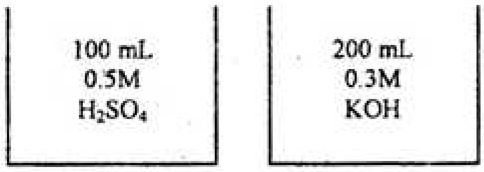
একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C][D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A][B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ ৩০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩০ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৩৩



[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. HPLC কী? ১

খ. উভমুখী বিক্রিয়াকে কীভাবে একমুখী করা যায়? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত A দ্রবণের pOH এর মান বের কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A ও B দ্রবণ মিশ্রিত করা হলে মিশ্রিত দ্রবণ সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত হবে কিনা তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

১৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক High Performance liquid chromatography এর সংক্ষিপ্ত রূপ HPLC.

খ উভমুখী বিক্রিয়াকে একমুখী করার উপায়-

i. খোলা পাত্রে বা উন্মুক্ত স্থানে বিক্রিয়া করে : বন্ধ পাত্রে $CaCO_3$ এর বিয়োজন উভমুখী কিন্তু খোলাপাত্রে একমুখী। যেমন,

$CaCO_3(s) \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} CaO(s) + CO_2(g)$ (বন্ধ পাত্রে)

$CaCO_3(g) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2\uparrow(g)$ (খোলা পাত্রে)

ii. বিক্রিয়াজাত অধঃক্ষেপ আলাদা করে: একটি উৎপাদ দ্রবণ হতে অধঃক্ষিপ্ত হলে বিক্রিয়াটি একমুখী হয়। যেমন,

$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + AgCl\downarrow$

গ সৃজনশীল ১৩ (গ) এর অনুরূপ।

ঘ H_2SO_4 ও KOH মিশ্রণের ফলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি ঘটে:

$H_2SO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

এখন,

100mL 1M প্রশমিত হতে 2000mL 1M KOH প্রয়োজন হয়, অর্থাৎ

$1000 \text{ mL } 1M\ H_2SO_4 \equiv 2000 \text{ mL } 1M \text{ KOH}$

$\Rightarrow 100 \text{ mL } 1M\ H_2SO_4 \equiv 200\text{mL } 1M \text{ KOH}$

$\Rightarrow 100 \text{ mL } 0.5M\ H_2SO_4 \equiv 200 \text{ mL } 0.5 \text{ M KOH}$

আমরা জানি,

$S_1V_1 = S_2V_2$

$\therefore$ 200 mL 0.5M KOH কে 0.3M KOH এ পরিণত করলে আয়তন হবে,

$V_1 \times 0.3 = 200 \times 0.5$

$\Rightarrow V_1 = \frac{200 \times 0.5}{0.3} = 333.33 \text{ mL}$

$333.33\text{mL} > 200 \text{ mL}$ অর্থাৎ প্রদত্ত H_2SO_4 ও KOH এর দ্রবণ মিশ্রণ করা হলে মিশ্রণটির দ্রবণ সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত হবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৩৪ দুই কার্বন বিশিষ্ট দুইটি হাইড্রো কার্বন P এবং Q যথাক্রমে sp^2 এবং sp^3 সংকরণের মাধ্যমে গঠিত। Q, $CO_2(g)$, $H_2O(l)$ যৌগ তিনটির প্রধান সংগঠন তাপ যথাক্রমে – 84, – 393 এবং – 220 $kJmol^{-1}$। P হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ দহন তাপ 1370 $kJmol^{-1}$।

[বেপজা পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১

খ. ভরক্রিয়া সূত্রানুসারে $A + 3B \longrightarrow 4C + D$ বিক্রিয়ার জন্য K_p ও K_c নির্ণয় কর। ২

গ. 'P' হাইড্রোকার্বনের প্রমাণ সংগঠন তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের P ও Q এর মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ বিক্রিয়াটি $A + 3B \rightleftharpoons 4C + D$

এর $K_c = \frac{[C]^4[D]}{[A][B]^3}$

$K_p = \frac{P_c^4 \times P_d}{P_A P_b^3}$

	A + 3B ⇌	4C +	D
প্রাথমিক অবস্থা Δ	1	0	0
সাম্যাবস্থা	1 − α, 3−3α	4α	α

ধরি মোট আয়তন, V

$$K_c = \frac{\left(\frac{4\alpha}{V}\right)^4\left(\frac{\alpha}{V}\right)}{\left(\frac{1-\alpha}{V}\right)\left(\frac{3-3\alpha}{V}\right)^3} = \frac{256\,\alpha^5}{27(1-\alpha)^4 V}$$

ধরি মোট চাপ P

মোট মোল $= 1 - \alpha + 3(1 - \alpha) + 4\alpha + \alpha = 4 + \alpha$

$P_A = \frac{1-\alpha}{4+\alpha}P$

$P_B = \frac{3-3\alpha}{4+\alpha}P$

$P_C = \frac{4\alpha}{4+\alpha}P$

$P_D = \frac{\alpha}{4+\alpha}P$

$$K_p = \frac{\left(\frac{\alpha}{4+\alpha}P\right)\left(\frac{4\alpha}{4+\alpha}P\right)^4}{\left(\frac{1-\alpha}{4+\alpha}P\right)\left(\frac{3(1-\alpha)}{4+\alpha}P\right)^3} = \frac{256\,\alpha^5 P}{27(4+\alpha)(1-\alpha)^4}$$

গ Q যৌগ 2 কার্বনবিশিষ্ট যৌগ sp^2 গঠন

$\therefore$ P যৌগ C_2H_4

$C(s) + O_2 = CO_2(g)$; $\Delta H = -393$ kJ/mol

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O(l)$; $\Delta H = -220$ kJ/mol

$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$; $\Delta H = -1370$ kJ/mol

ধরি, C_2H_4 এর সংগঠন তাপ x.

$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$ এর ক্ষেত্রে

$\Delta H = [2 \times H_{(CO_2)} + 2H_{(H_2O)}] - [H_{(C_2H_4)} + 3H_{(O_2)}]$

$-1370 = [2 \times (-393) + 2(-220)] - [x + 3 \times 0]$

বা, $x = -1226 + 1370$

$= 144$ kJ/mol

ঘ P যৌগ 2 কার্বন বিশিষ্ট এবং sp^3 সংকরায়ন

$\therefore C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

$\Delta H = [2 \times H_{(CO_2)} + 3 \times (H_{(H_2O)})] - [H_{C_2H_6} + \frac{7}{2} \times H_{CO_2}]$

$\Delta H = [2 \times (393) + 3(-220) - [(-84) + \frac{7}{2} \times 0]$

$\Delta H = -1362$ kJ/ mol

$\therefore$ P এর OH = − 1370 kJ/mol

এক্ষেত্রে, 28g থেকে উৎপন্ন হয় 1370 kJ

1g " " " $\frac{1370}{28}$

$= 48.92$

এক্ষেত্রে 30g থেকে উৎপন্ন হয় 1362 kJ

1 g " " " $\frac{1362}{30}$

$= 45.4$ kJ

$\therefore$ P জ্বালানি হিসাবে উৎকৃষ্ট।

প্রশ্ন ▶ ১৩৫ $A_2(g)$ ও $B_2(g)$ দুটি গ্যাস মিশ্রণ 500°C তাপমাত্রায় ও 50 atm চাপে বিক্রিয়া করে সাম্যাবস্থায় 25% $AB_3(g)$ উৎপন্ন করে, এবং 92kJ তাপ উৎপন্ন হয়।

[বেপজা পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. হেসের সূত্র কী? ১

খ. HF ও NaOH এর প্রশমন তাপ − 57.34 kJ অপেক্ষা বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির K_p এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. লা-শাটেলিয়ার নীতি প্রয়োগ করে কীভাবে সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদ উৎপন্ন করা যায় উদ্দীপকের আলোকে আলোচনা কর।৪

১৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয়। ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের (−57.34 kJ) চেয়ে বেশি হয়।

গ ৩০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৩৬

0.1M HCl দ্রবণ	ডেসিমোলার NaOH দ্রবণ	0.1M HF দ্রবণ
A – পাত্র	B – পাত্র	C – পাত্র

[বি এ এফ শাহীন কলেজ চট্টগ্রাম]

ক. ভর ক্রিয়া সূত্রটি লিখ। ১

খ. অ্যানায়ন দ্বারা ক্যাটায়নের পোলার হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের B পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব করো। ৩

ঘ. A ও B পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রশমন তাপ এবং B ও C পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রশমন তাপ একই কিনা? বিশ্লেষণ করো। ৪

১৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ আয়নিক যৌগে ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের চার্জ বিকৃতি করার ধর্মকে পোলারায়ন বলে। আয়নিক যৌগের ধাতব পরমাণু ধনাত্মক চার্জযুক্ত ও এর পাশে কোনো ইলেকট্রন ঘনত্ব থাকে না, পোলারায়নের ফলে এটি ইলেকট্রন নেয়ার চেষ্টা করে এবং অ্যানায়নের চার্জের বিকৃতি হয়। অপরদিকে আয়নিক যৌগের অ্যানায়ন ইলেকট্রন মেঘের আধারে নিমজ্জিত। তাই ক্যাটায়ন কর্তৃক এই ইলেকট্রন মেঘের বিকৃতি ঘটে। অপর দিকে ধাতব ক্যাটায়নে ইলেকট্রনের ঘনত্ব নেই বলে এর পোলারায়ন বা চার্জ বিকৃতি হয় না।

গ উদ্দীপকের B-পাত্রের

ডেসিমোলার NaOH দ্রবণের ঘনমাত্রা 0.1M

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

0.1M 0.1M 0.1M

আমরা জানি,

$pOH = -\log[OH^-]$

$= -\log(0.1)$

$= 1.0$

এখানে,

$[OH^-] = 0.1M$

আবার,

$pH + pOH = 14$

বা, $pH = 14 - oH$

$= 14 - 1$

$= 13$

$\therefore$ B পাত্রের দ্রবণের pH = 13।

ঘ A(HCl) ও B(NaOH) পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রশমন তাপ এবং B (NaOH) ও C(HF) পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রশমন তাপের মান একই হবে না।

এসিড ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়ায় এসিডের হাইড্রোজেনের আয়ন (H^+) ও ক্ষারের হাইড্রক্সিল আয়ন (OH^-) এর মধ্যে সংযোগের ফলে পানি তৈরি হয়। NaOH একটি তীব্র ক্ষার ও HCl একটি তীব্র এসিড হওয়ায় এদের লঘু জলীয় দ্রবণ 100% আয়নিত অবস্থায় থাকে।

$HCl(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

$NaOH(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$

HCl ও NaOH এর বিক্রিয়া হলো–

$HCl + NaOH \rightarrow (Na^+ + Cl^-) + (H^+ + OH^-) \rightarrow (Na^+ + Cl^-) + H_2O$

তাহলে এসিড ক্ষারক দুটির মূল বিক্রিয়া হলো:

$H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O\ (l)$

কাজেই তীব্র এসিড (HCl) ও তীব্র ক্ষারের (NaOH) প্রশমন বিক্রিয়ার ফলে পানি উৎপন্ন হয় এবং প্রশমন তাপের মান পানি গঠনের উপর নির্ভর করে এবং এই তাপের মান − 57.34 kJ/mol কিন্তু HCl এর পরিবর্তে C পাত্রের HF ব্যবহার করলে এই মান বৃদ্ধি পায়।

HF দ্বারা NaOH এর প্রশমন তাপ বেশি হওয়ার কারণ প্রশমন তাপের সাথে ফ্লোরোইড আয়ন (F^-) এর অধিক মাত্রায় পানিযোজন তাপের সমষ্টিকরণ।

প্রথমত, HF(aq) তীব্র এসিড ও NaOH(aq) তীব্র ক্ষার হওয়ায় এরা দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় এবং উৎপন্ন $H^+(aq)$, $OH^-(aq)$ এর প্রশমনকালে 57.3 $kJ\ mol^{-1}$ তাপ উৎপন্ন করে।

$HF(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H^+(aq) + F^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq)$

$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l); \Delta H = -57.34$ kJ

দ্বিতীয়ত দ্রবণে উপস্থিত ফ্লোরাইড আয়ন (F^-) এর আকার ছোট হওয়ায় এতে চার্জের ঘনত্ব বেশি হয়। তাই F^- আয়নের সাথে পোলার পানি অণুর মধ্যে সংযোজন অর্থাৎ পানিযোজন বা হাইড্রেশন খুব দৃঢ়ভাবে ঘটে। তখন যে তাপশক্তি নির্গত হয় তা অন্যান্য ঋণাত্মক আয়নের পানিযোজন তাপের বা হাইড্রেশন শক্তির তুলনায় কিছু বেশি হয়। সুতরাং F^- এর অতিরিক্ত পানিযোজন তাপ বেশি হয়।

সুতরাং F^- এর অতিরিক্ত পানিযোজন তাপের প্রশমন তাপের সাথে যোগ হয়ে তা – 57.34 kJ এর চেয়ে বেশি হয় এবং যোগফল – 68kJ হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৩৭ i) $CS_2(s)\ 3O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2SO_2(g) + 2SO_2(g);$ $\Delta H = -1109.2$ kJ

ii) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2; \Delta H = -394$ kJ

iii) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$

$\Delta H = -297.3$ kJ

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. সবুজ রসায়ন কী? ১

খ. বেরিলিয়াম ক্লোরাইড সরলরৈখিক কেন? ২

গ. (ii) নং বিক্রিয়ায় 1200 kJ তাপ উৎপন্ন করতে STP তে কত লিটার অক্সিজেন প্রয়োজন? ৩

ঘ. উদ্দীপক অনুযায়ী CS_2 এর গঠন বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী না তাপহারী –বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

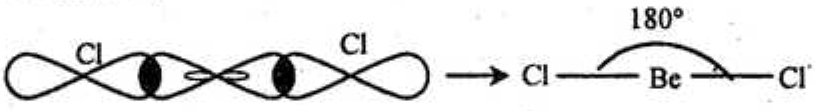
খ বেরিলিয়াম ক্লোরাইডের Be পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো–

স্বাভাবিক অবস্থায় $Be(4) \longrightarrow 1s^2\ 2s^2$

উত্তেজিত অবস্থায় $Be^*(4) \longrightarrow 1s^2\ 2s^1\ 2p_x^1$

$Cl(17) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^2\ 3p_y^2\ 3p_z^1$

এখানে, দুটি অযুগ্ম ইলেকট্রন বিদ্যমান এবং এদের সাথে ক্লোরিনের একটি করে $3p_z^1$ অরবিটালের সাথে অধঃক্রমণ প্রক্রিয়ায় দুটি Be–Cl বন্ধন সৃষ্টি হয়। ফলে $BeCl_2$ অণু গঠিত হয়। এক্ষেত্রে sp সংকরণ হওয়ায় ∠ClBeCl = 180° হয়। অর্থাৎ $BeCl_2$ অণুর গঠনাকৃতি সরলরৈখিক।



গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৩৮ $N_2(g) + 3H_29(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g);\ \Delta H =$ ঋণাত্মক

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. পর্যায়বৃত্ত ধর্ম কী? ১

খ. খাদ্য নিরাপত্তায় রসায়নের ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার K_P নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপক বিক্রিয়া হতে সর্বোচ্চ উৎপাদন পাওয়ার জন্য শর্তসমূহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যায় সারণির মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে নির্দিষ্ট ব্যবধান অন্তর ধর্মের পুনরাবৃত্তিকে মৌলের পর্যায়বৃত্তিক ধর্ম বা পর্যায়বৃত্ততা বলে।

খ খাদ্যবস্তুর স্থায়িত্ব বৃদ্ধি, স্বাদ, গন্ধ ইত্যাদি সংরক্ষণে রাসায়নিক পদার্থের ব্যবহার রয়েছে। আবার খামারে প্রক্রিয়াজাত খাদ্যবস্তুর রোগ সংক্রমণ প্রতিরোধেও রসায়নের ভূমিকা রয়েছে। এমন কি সংক্রমণ থেকে রক্ষার জন্য যে কৌটাজাতকরণ, তা প্রস্তুতিতে রসায়নের প্রয়োগ উল্লেখযোগ্য। তাই খাদ্য নিরাপত্তায় রসায়নের ভূমিকা অত্যধিক।

গ ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৩৯

A	B	
100mL 0.05M NH_4OH	0.6M NH_4Cl	$P^{K}b = 3.8$

[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. ট্রিফয়েল কাকে বলে? ১

খ. HCO_3^- একটি অ্যাম্ফি প্রোটিক পদার্থ-ব্যাখ্যা করো। ২

গ. B লবণের জলীয় দ্রবণের আকৃতি ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. 10pH বিশিষ্ট জলীয় দ্রবণ তৈরি করার জন্য A দ্রবণের সাথে কতো mL B দ্রবণ প্রয়োজন নির্ণয় করো। ৪

১৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আন্তর্জাতিক তেজস্ক্রিয় রশ্মি চিহ্নটিকে ট্রিফয়েল বলে। এটি দ্বারা অতিরিক্ত ক্ষতিকর আলোক রশ্মিকে বোঝানো হয়।

খ HCO_3^- বা বাইকার্বনেট আয়ন অ্যানায়নিক শ্রেণির একটি অম্ল। যেমন–

$$HCO_3^- + OH^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H_2O$$

আবার, HCO_3^- যখন একটি নিরপেক্ষ পানির অণুর সাথে বিক্রিয়া করে, তখন ক্ষারক হিসেবেও আচরণ করে।

$$\underset{\text{ক্ষারক}}{HCO_3^-} + \underset{\text{অম্ল}}{H_2O} \rightleftharpoons H_2CO_3 + OH^-$$

গ উদ্দীপকের B লবণটি অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) NH_4Cl জলীয় দ্রবণের সাথে নিম্নরূপ বিক্রিয়া দেয়।

$NH_4Cl + H_2O \rightarrow NH_4OH + HCl$

উক্ত জলীয় দ্রবণে শক্তিশালী এসিড HCl এবং দুর্বল ক্ষারক NH_4OH বিদ্যমান। ফলে জলীয় দ্রবণটি অম্লীয় ধরনের।

সুতরাং B লবণের জলীয় দ্রবণ এসিড প্রকৃতির।

ঘ উক্ত দ্রবণদ্বয়ের মিশ্রণ একটি ক্ষারীয় বাফার দ্রবণ। আমরা জানি, ক্ষারীয় বাফারের ক্ষেত্রে–

$$pH = 14 - pK_b - \log\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{ক্ষার}]}$$

$$10 = 14 - 3.8 - \log\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{ক্ষার}]}$$

$$\text{বা, } \log\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{ক্ষার}]} = 0.2$$

$$\text{বা, } \frac{[\text{লবণ}]}{[\text{ক্ষার}]} = 1.58$$

এখন, ধরি, x mL 0.6 M NH_4Cl প্রয়োজন।

∴ x mL 0.6M NH_4Cl লবণের দ্রবণে NH_4Cl এর মোল সংখ্যা

$= \frac{0.6 \times x}{1000} = 6 \times 10^{-4} \times x$ mol এবং

∴ 100 mL 0.05M NH_4OH ক্ষারের দ্রবণে NH_4OH এর মোল সংখ্যা

$= \frac{0.05 \times 100}{1000} = 5 \times 10^{-3}$ mol

সুতরাং, $\frac{[লবণ]}{[ক্ষার]} = 1.58$

বা, $\frac{6 \times 10^{-4} x}{5 \times 10^{-3}} = 1.58$

বা, x = 13.17 mL

∴ 13.17 mL B দ্রবণ প্রয়োজন।

প্রশ্ন ▶১৪০ $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$; $\Delta H = -92kJmole^{-1}$

[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. সাসপেনশন কী? ১

খ. দেখাও যে স্থির চাপে বিক্রিয়া তাপ এর এনথালপি পরিবর্তনের সমান। ২

গ. তাপমাত্রা ও চাপের পরিবর্তনে AB_3 উৎপাদন কীভাবে বাড়ানো যায়? ৩

ঘ. 4L আয়তনের পাত্রে 1mole A_2 এবং 3mole B_2 এর মিশ্রণ 450°C উষ্ণতায় উত্তপ্ত করা হয়। যদি A_2 25% AB_3 তে রূপান্তরিত হয় তবে উদ্দীপকে বিক্রিয়া অনুসারে K_c ও K_p নির্ণয় কর। ৪

১৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5}cm এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ ধরা যাক, কোনো একটি মাধ্যমে এক মোল আদর্শ গ্যাস আছে। উক্ত মাধ্যমে স্থির চাপ Q_p পরিমাণ তাপ শোষণ করে বাহ্যিক চাপের বিরুদ্ধে সম্প্রসারণ জনিত কাজ $P\Delta V$ এবং এতে এর অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পেল ΔE। তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র অনুযায়ী—

প্রয়োগকৃত তাপ = অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি + সম্প্রসারণ জনিত কাজ।

$Q_p = \Delta E + P\Delta V$
$= E_2 - E_1 + P(V_2 - V_1)$
$= E_2 + PV_2 - (E_1 + PV_1)$
$= H_2 - H_1$
$\therefore Q_p = \Delta H$

E_1 = প্রাথমিক অভ্যন্তরীণ শক্তি
V_1 = প্রাথমিক আয়তন
H_1 = প্রাথমিক এনথালপি
E_2 = চূড়ান্ত অভ্যন্তরীণ শক্তি
V_2 = চূড়ান্ত আয়তন
H_2 = চূড়ান্ত এনথালপি

সুতরাং স্থির চাপে বিক্রিয়া তাপ এনথালপি পরিবর্তনের সমান।

গ ৬৫(গ) নং প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3$

	A_2	B_2	AB_3
প্রাথমিক অবস্থায় :	1 mol	3mol	O mol
সাম্যাবস্থায় :	1 − 0.25 = 0.75 mol	3-3 × 0.25 = 2.25 mol	2 × 0.25 = 0.5 mol

পাত্রের আয়তন = 4L

সাম্যাবস্থায়, $[AB_3] = \frac{0.5}{4} = 0.125$ mol L^{-1}

সাম্যাবস্থায়, $[A_2] = \frac{0.75}{4} = 0.1875$ mol/L^{-1}

সাম্যাবস্থায়, $[B_2] = \frac{2.25}{4} = 0.5625$ mol/L^{-1}

$K_c = \frac{[AB_3]^2}{[A_2][B_2]^3}$

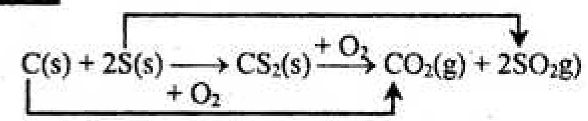
$= \frac{(0.125\ molL^{-1})^2}{(0.1875\ mol^{-1}) \times (0.5625\ mol/L^{-1})^3}$

$= 0.468\ mol^{-2}L^2$ **(Ans.)**

আমরা জানি,
$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$
$= 0.468\ mol^{-2}L^2 \times (0.0821\ L\ atmK^{-1}mol^{-1} \times 723K)^{-2}$
$= 1.328 \times 10^{-4}$ atm **(Ans.)**

$K_c = 0.468\ mol^{-2} L^2$
$R = 0.0821\ atmK^{-1}mol^{-1}$
T = 450°C = (450 + 273)K = 723K
Δn = উৎপাদের মোল সংখ্যা– বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা
= 2 − 4
= − 2

প্রশ্ন ▶১৪১



[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. ট্যালকাম পাউডারের প্রধান কাঁচামাল কী? ১

খ. CO_2 গ্যাস কিন্তু SiO_2 কঠিন—ব্যাখ্যা করো। ২

গ.

বস্তু	দহন এনথালপি
কার্বন	$-393.5\ kJ\ mole^{-1}$
সালফার	$-297.4\ kJ\ mole^{-1}$
কার্বন ডাইসালফাইড	$-1109.2\ kJ\ mole^{-1}$ হলে

কার্বন ডাই সালফাইডের সংগঠন এনথাল্পি কতো হবে? ৩

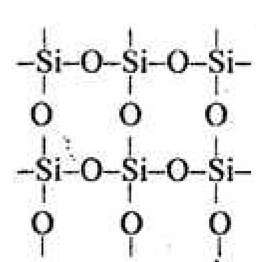
ঘ. এনথাল্পি পরিবর্তন পদার্থের অবস্থার ওপর নির্ভরশীল কিন্তু পদ্ধতির ওপর নয়—উদ্দীপকের আলোকে ব্যাখ্যা করো। ৪

১৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ট্যালকম পাউডারের প্রধান উপাদান হলো ট্যালক্ ($3MgO.4SiO_2.H_2O$)।

খ কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) অণুতে দুটি অক্সিজেন পরমাণু কার্বন পরমাণুর সাথে দ্বি-বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে এবং এর অণুগুলোর মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বল ক্রিয়াশীল। যেহেতু দুটি বিচ্ছিন্ন অণুর মধ্যকার এই আকর্ষণ শক্তি অপেক্ষাকৃত দুর্বল। তাই, CO_2 সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাস।

O = C = O
CO_2 এর গঠন



$(SiO_2)_n$ এর গঠন

অপরপক্ষে, সিলিকন ডাই-অক্সাইডের প্রতিটি Si পরমাণু চারটি করে অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ আণবিক গুচ্ছ তৈরি করে। সুতরাং, এদের মধ্যবর্তী সমযোজী বন্ধন ভাঙতে প্রচুর শক্তির প্রয়োজন হয়। তাই, SiO_2 একটি কঠিন পদার্থ, কিন্তু CO_2 একটি গ্যাসীয় পদার্থ।

গ ১০০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১০০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶১৪২ 600K তাপমাত্রা 1.5 atm চাপে 1.2 mol 'Q' এবং 0.8mol 'R' 2 লিটার আয়তনের একটি পাত্রে দেওয়া হলো। সাম্যাবস্থায় 0.6 mol QR তৈরি হলো বিক্রিয়া হলো $Q_2(g) + R_2(g) \rightleftharpoons 2QR(g)$ $\Delta H = -Ve$। *[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]*

ক. দ্রাব্যতা কী? ১
খ. শিখা পরীক্ষায় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. উপযুক্ত বিক্রিয়ার K_p এবং K_C হিসাব কর। ৩
ঘ. সর্বোচ্চ পরিমাণ উৎপাদন প্রাপ্তির জন্য কোন পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হবে? কারণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ ধাতব লবণসমূহ সাধারণত কম উদ্বায়ী। শিখা পরীক্ষায় গাঢ় HCl ব্যবহার করলে ধাতব লবণসমূহ গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব ক্লোরাইড লবণে পরিণত হয়। উৎপন্ন এই ধাতব ক্লোরাইড লবণ তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। এই লবণকে বুনসেন বার্নারের জারণ শিখায় ধরলে সহজেই বাষ্পে পরিণত হয় এবং শিখার বর্ণের পরিবর্তন করে বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ প্রদর্শন করে। তাই আমরা বলতে পারি অনুদ্বায়ী লবণকে উদ্বায়ী লবণে পরিণত করে শিখা পরীক্ষায় সাহায্য করাই হলো গাঢ় HCl এর কাজ।

$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$

$CaCl_2$ + তাপ $\longrightarrow CaCl_2$ (বাষ্প)
(ইটের মত লাল)

গ উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো :

$Q_2(g) + R_2(g) \rightleftharpoons 2QR(g)$

প্রাথমিক অবস্থায় : 1.2 mol 0.8 mol 0 mol

সাম্যাবস্থায় : (1.2 – 0.3) mol (0.8–0.3)mol 0.6 mol

বা, 0.9 mol 0.5 mol 0.6 mol

$$Kc = \frac{[QR]^2}{[Q_2] \times [R_2]} = \frac{\left(\frac{0.6}{2}\right)^2}{\left(\frac{0.9}{2}\right)\left(\frac{0.5}{2}\right)} = 0.8$$

এখানে $\Delta n = 0$

$\therefore Kc = Kp = 0.8$

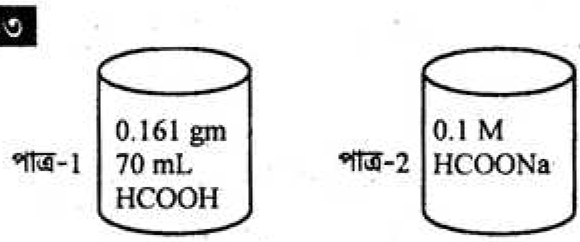
ঘ উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো–

$Q_2(g) + R_2(g) \rightleftharpoons 2QR(g)$; $\Delta H = -Ve$

বিক্রিয়াটিতে ΔH ঋণাত্মক। অর্থাৎ এটি একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়া পশ্চাৎ দিকে ধাবিত হয়। ফলে উৎপাদের উৎপাদন মাত্রা কমে যায়। তাই যত কম তাপমাত্রায় বিক্রিয়া সংঘটিত হবে QR এর উৎপাদন তত বেশি হবে। কিন্তু কম তাপমাত্রায় বিক্রিয়ার গতি কমে যায়। তাই বিক্রিয়ার গতি এবং উৎপাদ তৈরির কথা চিন্তা করে একটি অত্যানুকুল তাপমাত্রা বেছে নেওয়া হয়। এক্ষেত্রে 450°C – 550°C অত্যানুকুল তাপমাত্রা।

উপরের বিক্রিয়াটিতে বিক্রিয়ক ও উৎপাদ গ্যাসীয়। কিন্তু বিক্রিয়কের মোট সংখ্যা, উৎপাদনের মোট সংখ্যার সমান হওয়ায় এই বিক্রিয়ায় চাপে কোন প্রভাব নেই।

প্রশ্ন ▶ ১৪৩



$Ka = 1.8 \times 10^{-5}$

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. R_f কী? ১
খ. রক্তে বাফার ক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ২
গ. পাত্র-1 এর দ্রবণের pH গণনা কর। ৩
ঘ. 4.35pH মাত্রার বাফার দ্রবণ তৈরিতে, ২য় পাত্রের দ্রবণের কত আয়তন (mL) ১ম পাত্রে যোগ করতে হবে? ৪

১৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক R_f হলে, পেপার ক্রোমাটোগ্রাফিতে উপাদান ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত।

খ রক্তে মূল বাফারিং সিস্টেমটি হচ্ছে বাইকার্বনেট-কার্বনিক অম্লীয় বাফার। রক্তে কোনো অম্ল (H^+) যুক্ত হলে তা নিম্নলিখিত বিক্রিয়া অনুযায়ী প্রশমিত হয়।

H^+ (বহিরাগত) $+ HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3$

উৎপন্ন কার্বনিক অম্ল (H_2CO_3), পানি ও CO_2-এ বিয়োজিত হয়।

H_2CO_3(অস্থায়ী) $\longrightarrow H_2O + CO_2\uparrow$

বিপরীতক্রমে রক্তে কোনো ক্ষারীয় আয়নের (OH^-) সংযোগ নিচের বিক্রিয়ায় মাধ্যমে প্রশমিত হয়।

$OH^- + H_2CO_3 = HCO_3^- + H_2O$

গ HCOOH এর ঘনমাত্রা $C = \frac{\frac{0.161}{46}}{\frac{70}{1000}} = 0.05$ M

HCOOH এর বিয়োজনমাত্রা $\propto$ হলে

আমরা জানি, $K_a = \alpha^2 C$

$\Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}} = \sqrt{\frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.05}} = 0.01897$

$HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$

C mol αC αC

$\therefore pH = -\log[H^+] = \log(\alpha C) = -\log(0.01897 \times 0.05)$
$= 3.02$

ঘ হেন্ডারসন সমীকরণ মতে, $pH = p^{Ka} + \log\frac{[\text{লবণ}]}{[\text{অম্ল}]}$

মনে করি, x mL 0.1M HCOONa প্রয়োজন।

$\therefore$ x mL 0.1 M HCOONa লবণের দ্রবণে HCOONa এর মোল সংখ্যা $= \frac{0.1 \times x \text{ mol}}{1000}$
$= 0.0001$ x mol

70 mL 0.05 M HCOOH এসিড দ্রবণে HCOOH এর মোল সংখ্যা

$= \frac{0.05 \times 70}{1000} = 0.0035$ mol

প্রশ্নমতে দ্রবণের pH = 4.35

HCOOH এসিডের $P^{Ka} = -\log(1.8 \times 10^{-5}) = 4.74$

$\therefore pH = {}_pka + \log\frac{0.0001x}{0.0035}$

$\Rightarrow 4.35 = 4.74 + \log\frac{0.0001x}{0.0035}$

$\Rightarrow x = 14.26$ mL

সুতরাং 14.26 mL HCOONa প্রয়োজন।

প্রশ্ন ▶ ১৪৪ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$; $\Delta H = -$ ve।

[এম.সি একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট]

ক. R_f কী? ১
খ. "সকল d ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়"– কেন? ২
গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির Kp এর রাশিমালা গণনা কর। ৩
ঘ. উপরের বিক্রিয়া থেকে সর্বোচ্চ উৎপাদন পাওয়া শর্তসমূহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেপার ক্রোমাটোগ্রাফীতে উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাতকে R_f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ যে সকল মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d-অরবিটালে প্রবেশ করে, তাদেরকে d-ব্লক মৌল বলে। অপরদিকে যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের d-অরবিটাল আংশিকভাবে (d^{1-9}) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। যেমন-

$_{21}Sc \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$
$Sc^{+3} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
সুতরাং প্রদত্ত সংজ্ঞানুযায়ী দেখা যায় Sc, d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়। কারণ এর সুস্থিত আয়নের (Sc^{3+}) d অরবিটালে কোনো ইলেকট্রন নেই। তাই বলা যায় সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল কিন্তু সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়।

গ ধরি, সাম্যাবস্থায়, প্রতিমোল বিক্রিয়ক থেকে x mol উৎপাদে পরিণত হয়

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightleftharpoons{\Delta} 2NH_3(g) + 92\ kJmol^{-1}$$

প্রাথমিক অবস্থায় : 1 mol　3 mol　　0
সাম্যাবস্থায় :　(1 – x) mol　3 (1 – x)　2x mol
সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহের মোট মোলসংখ্যা

$$= (1 - x + 3 - 3x + 2x) = (4 - 2x)$$

বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক, $K_p = \dfrac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2}) \times (P_{NH_2})^3}$

গ্যাস মিশ্রণটির মোট চাপ P হলে;

NH_4 এর আংশিক চাপ, $P_{NH_3} = \dfrac{2x}{(4-2x)} . P = \dfrac{x}{(2-x)} . P$

N_2 এর আংশিক চাপ, $P_{N_2} = \dfrac{(1-x)}{(4-2x)} . P$

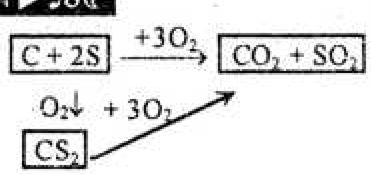
H_2 এর আংশিক চাপ, $P_{H_2} = \dfrac{(3-3x)}{(4-2x)} . P$

$$\therefore K_p = \frac{\left(\dfrac{x}{2-x} . P\right)^2}{\left(\dfrac{1-x}{4-2x} . P\right)\left(\dfrac{3-3x}{4-2x} . P\right)^3} = \frac{16x^2 (2-x)^2}{27(1-x)^4 P^2}$$

যদি x << 1 হয়। তবে; $K_P = \dfrac{64}{27} \cdot \dfrac{x^2}{p^2}$, বা, $x^2 = \dfrac{27}{64} . K_P P^2$

ঘ ৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৪৫



C, S ও CS_2- এর দহন তাপ যথাক্রমে – 394.55, – 297.39 ও – 1109.17 kJ/mol

[এম.সি একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট]

ক. পলির বর্জন নীতি কী? ১
খ. শীতকালে কোল্ডক্রীম ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের তত্ত্ব থেকে CS_2 এর গঠন তাপ হিসাব কর। ৩
ঘ. উপরের তত্ত্বগুলো হেসের সূত্রকে সমর্থন করে কিনা গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর। ৪

১৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পলির বর্জন নীতিটি হলো– "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ কোল্ডক্রিম হচ্ছে পানি এবং তেল অথবা চর্বির এক ধরনের ইমালশন অর্থাৎ তেলের মধ্যে পানির মিশ্রণ। শীতকালে বাতাসের আর্দ্রতা কম থাকায় শরীরের ত্বক অতিরিক্ত শুষ্কতায় ফেটে যায়। ত্বকের এই ফেটে যাওয়া হতে সুরক্ষার জন্য মূলত কোল্ডক্রিম ব্যবহৃত হয়। কারণ এটি ত্বকে প্রয়োগ করা হলে ইমালশনের বিয়োজনে পানির বাষ্পীকরণ ঘটে। এর ফলে ত্বকে শীতলীকরণ অনুভূত হয় এবং ত্বক নরম ও মসৃণ থাকে যা ত্বকের পানিশূন্যতাকে বাধাগ্রস্থ করে। ফলে দীর্ঘ সময় ধরে ত্বক শুষ্কতা ও রুক্ষতা থেকে সুরক্ষিত থাকে। তাই শীতকালে কোল্ডক্রিম ব্যবহার করা হয়।

গ উদ্দীপক অনুসারে C ও S এর দহন তাপ হলো CO_2 ও SO_2 এর গঠন তাপ।

$\therefore H_{(CO_2)} = -394.55$ kJ/mol
$H_{(SO_2)} = -297.39$ kJ/mol

CS_2 এর দহন বিক্রিয়াটি,

$$CS_2 + 3O_2 = CO_2 + 2SO_2$$

CS_2 এর দহন তাপ ΔH হলে,

ΔH = [উৎপাদের এনথালপি] – [বিক্রিয়কের এনথালপি]

$\Rightarrow \Delta H = [H_{(CO_2)} + 2 \times H_{(SO_2)}] - [H_{(CS_2)} + H_{(O_2)} \times 3]$
$\Rightarrow -1109.17 = -394.55 + 2 \times (-297.39) - H_{(CS_2)} - 0 \times 3$
$\Rightarrow H_{(CS_2)} = 119.84$ kJ/mol

সুতরাং CS_2 এর গঠন তাপ = 119.84 kJ/mol

ঘ উদ্দীপকের বিক্রিয়া তিনটি হলো :

i. $C + 2S + 3O_2 = CO_2 + 2SO_2; \Delta H_1$
ii. $C + 2S = CS_2; \Delta H_2$
iii. $CS_2 + 3O_2 = CO_2 + 2SO_2; \Delta H_3$

CO_2 ও SO_2 উৎপাদন (i) নং বিক্রিয়া দিয়ে সরাসরি করা যায়। আবার (ii) নং ও (iii) নং বিক্রিয়া দিয়ে করা যায়।

হেসে সূত্র মতে,

$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

এখন,

$\Delta H_1 = [H_{(CO_2)} + 2 \times H_{(SO_2)}] - [H_{(C)} + 2 \times H_{(S)} + 3 \times H_{(O_2)}]$
$= [-394.55 + 2 \times (-297.39)] - [0 + 2 \times 0 + 3 \times 0]$
$= -989.33$ kJ.mol
$\Delta H_2 = [H_{(CS_2)}] - [H_{(C)} + 2 \times H_{(S)}]$
$= [119.84] - [0 + 2 \times 0]$
$= 119.84$ kJ/mol

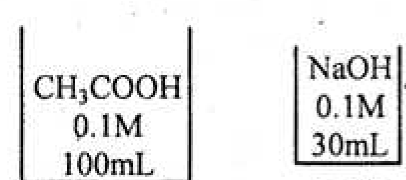
(iii) নং বিক্রিয়াটি হলো CS_2 এর দহন বিক্রিয়া।

CS_2 এর দহন এনথালপি – 11.09.17kJ/mol

$\therefore \Delta H_3 = -1109.17$ kJ/mol
$\Delta H_2 + \Delta H_3 = 119.84 + (-1109.17)$
$= -989.33$ kJ/mol
$\therefore \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

সুতরাং উপরের তথ্যগুলো হেসের সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ১৪৬



ক পাত্র　　খ পাত্র

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১
খ. সেমিমাইক্রো পদ্ধতি পরিবেশ বান্ধব-ব্যাখ্যা কর। ২
গ. ক-পাত্রের দ্রবণের pH হিসাব কর। [$Ka = 1.8 \times 10^{-5}$] ৩
ঘ. ক ও খ পাত্রের দ্রবণ মিশ্রিত করলে ঐ দ্রবণে সামান্য এসিড ও ক্ষার দ্রবণ যোগ করলে pH এর কোন পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ সেমিমাইক্রো পদ্ধতি রাসায়নিক গুণগত বিশ্লেষণের একটি পদ্ধতি। এটি বিশ্লেষণীয় রসায়নে স্বল্প পরিমাণ রাসায়নিক উপাদান সনাক্তকরণ ও পরিমাণগত বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে খুব অল্প পরিমাণ (0.05 থেকে 0.2g কঠিন বা 2-4mL তরল দ্রব্য) রাসায়নিক পদার্থ নিয়ে পরীক্ষা করা হয়। ফলে পরিবেশ দূষণ উল্লেখযোগ্যভাবে কমে আসে।

আবার, কোনো কোনো ক্ষেত্রে কম ঝুঁকির রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহৃত হয়। ফলে পরিবেশ দূষণের সম্ভাবনা কমে আসে। তাই সেমি-মাইক্রো পদ্ধতি পরিবেশ বান্ধব।

গ ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৪৭ উদ্দীপক লক্ষ কর:

পদার্থ	গঠন তাপ ($kJmol^{-1}$)	দহন তাপ ($kJmol^{-1}$)
A	−74.90	–
B	–	−1346.9
কার্বন (C)	–	−393.35
H_2O (বাষ্প)	−220.9	–

[A ও B যথাক্রমে এক ও দুই কার্বনের প্যারাফিন।]

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. কমলা লেবুর রসের pH = 3.5 হলে, হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা কত? ২

গ. উদ্দীপকের B যৌগের গঠন তাপ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A ও B-এর মধ্যে কোনটি উৎকৃষ্ট জ্বালানি? উদ্দীপক বিশ্লেষণ করে মূল্যায়ন কর। ৪

১৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্লেষণীয় নিক্তির বীমের উপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকের জন্য যে ভর পাওয়া যায়, তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ আমরা জানি,

$$pH = -\log[H^+]$$
$$\Rightarrow 3.5 = -\log[H^+]$$
$$\Rightarrow -\log[H^+] = 3.5$$
$$\Rightarrow \log[H^+] = -3.5$$
$$\Rightarrow [H^+] = \log^{-1}(-3.5)$$
$$\therefore [H^+] = 3.16 \times 10^{-4}\ M$$

গ এখানে, $C + O_2 \rightarrow CO_2\ \Delta H_{(CO_2)} = -393.5\ kJ/mol$

B যৌগটির দহন তাপের মান – 1346.9 যা ইথিনের দহন তাপের সমান। ইথিনের দহন বিক্রিয়া নিম্নরূপ–

$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

ধরি, ইথিনের গঠন তাপ = x kJ/mol

$$\Delta H_f = \{2\Delta H_{(CO_2)} + 2\Delta H_{(H_2O)}\} - \{\Delta H_{(C_2H_4)} + 3\Delta H_{(O_2)}\}$$
$$\Rightarrow -1346.9 = \{2(-393.35) + 2(-220.9)\} - (x + 3 \times 0)$$
$$\Rightarrow -1346.9 = 786.7 - 441.8 - x$$
$$\Rightarrow x = -1228.5 + 1346.9$$
$$\therefore x = -118.4\ kJ/mol$$

সুতরাং ইথিনের দহন তাপের মান – 118.4 kJ/mol.

ঘ যৌগটির গঠন তাপ – 74.90 যা মিথেনের গঠন তাপের মানের সমান। সুতরাং A যৌগটি মিথেন (CH_4)।

মিথেনের দহনে বিক্রিয়া নিম্নরূপ ঃ

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$..............................(i)

এখানে, $\Delta H_f(CH_4) = -74.90\ kJ/mol$

$\Delta H_f(CO_2) = -393\ kJ/mol$

$\Delta H_f(H_2O) = -220.9\ kJ/mol$

(i)নং অনুসারে মিথেনের দহন তাপ

$$\Delta H(CH_4) = \Delta H_f(CO_2) + 2\Delta H_f(H_2O) - \Delta H_f(CH_4)$$
$$= -393.39 + 2(-220.9) - (-74.90)$$
$$= -393.39 - 441.8 + 74.90$$
$$= -760.29\ kJ/mol$$

∴ মিথেনের দহন তাপ – 760.29 kJ/mol

মিথেনের আণবিক ভর = 16g/mol

ইথিনের আণবিক ভর = 28g/mol

16 g CH_4 এ দহনে উৎপন্ন তাপ 760.29 kJ

1 g " " " " $= \frac{760.29}{16}$ kJ

$= 47.52$ g

28 g CH_4 এ দহনে উৎপন্ন তাপ 1346.9 kJ

1 g " " " " $= \frac{1346.9}{28}$ kJ = 48.10 g

প্রতি গ্রাম ইথিনের দহন তাপের মান প্রতি গ্রাম মিথেনের চেয়ে বেশি। অতএব, জ্বালানি হিসেবে মিথেন অপেক্ষা ইথিন উত্তম।

প্রশ্ন ▶ ১৪৮

25mL 0.4M CH_3COOH	25mL 0.4M NaOH
পাত্র-A	পাত্র-B

[খুলনা পাবলিক কলেজ]

ক. পোলারায়ন কী? ১

খ. ব্যাখ্যা কর রাসায়নিক সাম্যবস্থা চলমান প্রকৃতির। ২

গ. A পাত্রের দ্রবণের pH নির্ণয় কর। এখানে, $K_a\ 4.8 \times 10^{-3}$ ৩

ঘ. A ও B পাত্রের দ্রবণ একত্রে মিশ্রিত করলে প্রশমন তাপের মান −57.3kJ হবে কি? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো আয়নিক যৌগের ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘের বিকৃতিকে পোলারায়ন বলে।

খ সাম্যাবস্থায় উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখ ও পশ্চাৎমুখী প্রক্রিয়ার গতিবেগ সমান হয়। ফলে এ অবস্থায় বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের পরিমাণ স্থির হয়ে যায়। এতে মনে হয় বিক্রিয়াটি বন্ধ হয়ে গেছে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে বিক্রিয়া বন্ধ হয় না। এক্ষেত্রে সম্মুখ প্রক্রিয়ায় যতটুকু উৎপাদ আবার পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিক্রিয়ক গঠন করে। আর তাই মনে হয় যেন বিক্রিয়ার সমাপ্তি ঘটেছে।

একইভাবে রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় যদিও বিক্রিয়ক ও উৎপাদসমূহের পরিমাণ পরিবর্তিত হয় না। তথাপি সম্মুখ বিক্রিয়া এবং বিপরীতমুখী বিক্রিয়া সমগতিতে চলতে থাকে। এই অবস্থাকে উভমুখী বিক্রিয়ার গতিশীলতা বলা হয়।

গ ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৪৯ উদ্দীপকের লক্ষ কর এবং প্রশ্নের উত্তর দাও:

HCOOH 0.1M 20mL $pK_a = 4.78$	HCOONa 0.2M
পাত্র-A	পাত্র-B

[খুলনা পাবলিক কলেজ]

ক. দ্রাবক নিষ্কাশন কাকে বলে? ১

খ. খাদ্য লবণ বর্ষাকালে ভেজা থাকে কেন? ২

গ. 4.00 pH এর বাফার দ্রবণ তৈরি করতে পাত্রের দ্রবণের কত আয়তন প্রয়োজন? ৩

ঘ. উদ্দীপকের পাত্র দ্বয়ের মিশ্রণে উৎপন্ন দ্রবণের সামান্য এসিড ও ক্ষার যোগের কৌশল ব্যাখ্যা কর। ৪

১৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রাবকে দ্রবীভূত একাধিক যৌগের মিশ্রণ থেকে সুনির্দিষ্ট উপযোগী দ্রাবক দ্বারা নির্দিষ্ট দ্রবকে মিশ্রণ থেকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে দ্রাবক নিষ্কাশন বলে।

খ খাদ্য লবণ মূলত সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ হয় না। এখানে অপদ্রব হিসাবে বিভিন্ন ধরনের দ্রবণ যেমন- $MgCl_2$, KCl, KI ইত্যাদি মিশ্রিত থাকে। আর অপদ্রব্যগুলো পানিগ্রাসী হিসাবে ব্যবহৃত হয়। আর বর্ষাকালে বাতাসে আদ্রতার পরিমাণ বেশি থাকে। ফলে বাতাস থেকে সহজে পানি শোষণ করে নিতে পারে। ফলে বর্ষাকালে খাদ্য লবণ ভেজা থাকে।

গ হেন্ডারসন সমীকরণ থেকে আমরা জানি,

$pH = pKa + \log \frac{[লবণ]}{[অম্ল]}$

মনে করি, x mL 0.2M HCOONa প্রয়োজন।

x mL 0.2 M HCOONa দ্রবণে HCOONa আছে $= \frac{0.2 \times x}{1000}$ mol $= 0.0002x$ mol

আবার,

20 mL 0.1 M $HCOOH^-$ দ্রবণে HCOO আছে $= \frac{0.1 \times 20}{1000}$ mol $= 0.002$ mol

$\therefore pH = 3.78 + \log \frac{0.0002\,x}{0.002}$

$\Rightarrow 4 - 3.78 = \log \frac{0.0002\,x}{0.002}$

$\Rightarrow 0.22 = \log \frac{0.0002x}{0.002}$

$\Rightarrow \frac{0.0002x}{0.002} = \log^{-1}(0.22)$

$\Rightarrow \frac{0.0002x}{0.002} = 1.6596$

$\therefore x = 165.96$ mL

সুতরাং B পাত্রের দ্রবণের (HCOONa) 165.96 mL লাগবে।

ঘ ৭(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৫০ উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নের উত্তর দাও:

i. $C + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO; \Delta H = -110.5kJ$

ii. $CO + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2; \Delta H = -282.96kJ$

iii. $C + O_2 \rightarrow CO_2; \Delta H = -393.50kJ$

iv. $A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$

[খুলনা পাবলিক কলেজ]

ক. হাইড্রোজেন বন্ধন কাকে বলে? ১

খ. ভর ক্রিয়ার সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর। ২

গ. iv নং 20% A_2 বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করলে 200 atm চাপে এর K_7 মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের i, ii ও iii এর আলোকে হেসের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা কর। ৪

১৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত দুটি পোলার সমযোজী অণু পরস্পরের নিকটবর্তী হলে, একটি অণুর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে অপর অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দুর্বল আকর্ষণী বল দ্বারা সৃষ্ট বন্ধনকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

খ কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিবেগ বা হার বিক্রিয়কসমূহের সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক।

ধরি, $A + B \rightleftharpoons C + D$ বিক্রিয়াটির বিক্রিয়ক A ও B এর মোলার ঘনমাত্রা যথাক্রমে [A] ও [B] এবং আংশিক চাপ যথাক্রমে P_A ও P_B। ভরক্রিয়ার সূত্রমতে, সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ, $R_f \propto [A] \times [B]$

$\therefore R_f = k_1 [A] . [B]$

আবার, পশ্চাৎ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে

$R_b \propto [C] [D]$

বা, $R_b = k_2[C] [D]$

সাম্যাবস্থায়, $R_f = R_b$

বা, $k_1 [A] [B] = k_2[C] [D]$

বা, $\frac{k_1}{k_2} = \frac{[C] [D]}{[A] [B]}$

$\therefore K_c = \frac{[C] [D]}{[A] [B]}$

গ উদ্দীপকের (iv) নং বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$

প্রাথমিক অবস্থায়: 1mol 3mol 0

সাম্যাবস্থায়: $1 - 0.2$ $3(1 - 0.2)$ 2×0.2
$= 0.8$ mol $= 2.4$ mol $= 0.4$ mol

মোট মোল সংখ্যা $= (0.8 + 2.4 + 0.4)$ mol $= 3.6$ mol

AB_3 এর আংশিক চাপ, $P_{AB_3} = \frac{0.4}{3.6} \times 200 = 22.22$ atm

A_2 " " $P_{A_2} = \frac{0.8}{3.6} \times 200 = 44.44$ atm

B_2 " " $P_{B_2} = \frac{2.4}{3.6} \times 200 = 133.33$ atm

বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক, $K_p = \frac{(P_{AB_3})^2}{(P_{A_2}) \times (P_{B_2})^3}$

$K_p = \frac{(22.22)^2}{44.44 \times (133.33)^3}$

$K_p = \frac{493.7284}{1974.91 \times 2370192.597}$

$K_p = \frac{493.7284}{4.60 \times 10^9}$

$\therefore K_p = 1.0553 \times 10^{-7}$ atm

ঘ

i. $C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO;\ \Delta H_1 = -110.54$ kJ

ii. $CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2;\ \Delta H_2 = -282.96$ kJ

iii. $C + O_2 \rightarrow CO_2;\ \Delta H_3 = 393.50$ kJ

এখন, (i)নং ও (ii)নং যোগ করি,

$C + \frac{1}{2}O_2 + CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + CO_2\ \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$

বা, $C + O_2 \rightarrow CO_2 - CO + CO\quad \Delta H = -393.5$

বা, $C + O_2 \rightarrow CO_2\ \Delta H = -393.5$

(i) নং ও (ii)নং বিক্রিয়ার মোট এনথালপি (ii)নং বিক্রিয়ার এনথালপির সমান। অর্থাৎ $\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3$

"কোনো একটি বিক্রিয়া একটি ধাপে সংঘটিত হউক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত হউক না কেন, বিক্রিয়ার মোট এনথালপির পরিমাণ সমান হবে" এটিই হেসের সূত্র।

প্রদত্ত বিক্রিয়ায় দুই ধাপের মাধ্যমে উৎপন্ন CO_2 এর এনথালপি এক ধাপের মাধ্যমে এনথালপির মান পরস্পর সমান যা হেসের সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ১৫১ $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ তাপমাত্রা 450°–500°C এবং চাপ প্রায় 200atm *[পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ]*

ক. গ্রীণ কেমিস্ট্রি কি? ১

খ. উভয়মুখী বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যগুলো কি? ২

গ. উপর্যুক্ত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে যদি NH_3 এর ঘনমাত্রা 1 মিনিট 40 সেকেন্ডে $3.5 \times 10^3 molL^{-1}$ বৃদ্ধি পায়। তবে গড় বিক্রিয়ার হার নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উপর্যুক্ত বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর চাপের ও তাপের প্রভাব বর্ণনা কর। ৪

১৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রসায়নের যে শাখায় ক্ষতিকর রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, ব্যবহার হ্রাসকরণ এবং বর্জনকল্পে রাসায়নিক উৎপাদ ও প্রক্রিয়ার আবিষ্কার, ডিজাইন ও প্রয়োগ আলোচিত হয় তাকে সবুজ রসায়ন বা গ্রিন কেমিস্ট্রি বলে।

খ উভমুখী বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য—

i. এই বিক্রিয়া একই সাথে সম্মুখ ও পশ্চাৎদিকে সংঘটিত হয়।

ii. একটি গতিশীল বিক্রিয়া এবং এই কারণে এটি একটি অসম্পূর্ণ বিক্রিয়া।

iii. উভমুখী বিক্রিয়ার উপর চাপ, তাপ ও ঘনমাত্রার প্রভাব থাকলেও প্রভাবকের কোনো প্রভাব নেই।

গ এখানে, সময়, t = 1 min 40 sec
= (60 + 40) sec
= 100 sec

NH_3 ঘনমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta C = 3.5 \times 10^3$ mole^{-1}

আমরা জানি,

$$\text{গড় বিক্রিয়ার হার} = \frac{\Delta C}{2\,\Delta t} = \frac{3.5 \times 10^3}{2 \times 100} \text{ mol}^{-1}\text{ sec}^{-1} = 17.5 \text{ mol L}^{-1}\text{s}^{-1}$$

ঘ উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলোঃ

$Na(g)\ 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)\ \Delta H = -92.2$ kJ/mol

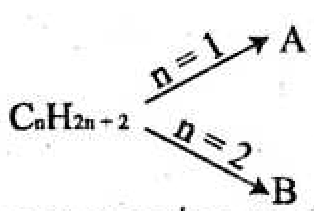
i. বিক্রিয়াটি একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া।

ii. বিক্রিয়াটি একটি গ্যাসীয় বিক্রিয়া এবং আয়তন হ্রাসের মাধ্যমে ঘটে। কারণ 4 মোল বিক্রিয়ক থেকে 2 mole উৎপাদ (NH_3) উৎপন্ন হয়। তাই এর উপর চাপ ও তাপমাত্রার প্রভাব বিদ্যমান।

তাপমাত্রার প্রভাব: বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী হওয়ায় সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে তাপমাত্রা প্রশমনের জন্য বিক্রিয়া পেছনের দিকে অগ্রসর হয়। অর্থাৎ কিছু উৎপাদ ভেঙে বিক্রিয়কে পরিণত হয়। অর্থাৎ তাপমাত্রা বাড়ালে উৎপাদনের হার হ্রাস পাবে। আবার, তাপমাত্রা হ্রাস করলে বিক্রিয়া সামনের দিকে অগ্রসর হয় এবং উৎপাদ উৎপন্ন করে। কিন্তু তাপমাত্রা হ্রাস করলে বিক্রিয়ার সংঘটিত করা হয়। ফলে বিক্রিয়াটি সর্বোচ্চ গতিতে চলতে থাকে এবং উৎপাদনের হারও বেশি হয়।

চাপের প্রভাব: যেহেতু বিক্রিয়াটিতে বিক্রিয়কের মোট মোল সংখ্যা উৎপাদের মোট মোল সংখ্যার চেয়ে বেশি তাই বিক্রিয়াটি সামনের দিকে অগ্রসর হলে আয়তন হ্রাস পায়। তাই সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়াটির চাপ বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়া সামনের দিকে অগ্রসর হবে এবং উৎপাদন বৃদ্ধি করবে। কারণ, লা-শাতেলিয়ের নীতি অনুসারে বিক্রিয়া সামনের দিকে অগ্রসর হলে চাপ বৃদ্ধির ফলাফল প্রশমিত হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৫২



A, B, CO_2 ও H_2O এ প্রমাণ সংগঠন তাপ যথাক্রমে – 90, – 120, – 390 ও – 220 kJ/ml.

[মীরপুর গার্লস আইডিয়াল ল্যাবরেটরী ইনস্টিটিউট]

ক. পরিষ্কারক মিশ্রণ কী? ১

খ. PbO কে উভধর্মী অক্সাইড বলা হয় কেন? ২

গ. A থেকে 1200kJ তাপ উৎপন্ন করতে কত লিটার O_2 প্রয়োজন? ৩

ঘ. A ও B এর মধ্যে কোনটি অধিক উৎকৃষ্ট জ্বালানী? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $K_2Cr_2O_7$ এবং H_2SO_4 এর মিশ্রণকে পরিষ্কারক মিশ্রণ বলে।

খ যেসব অক্সাইড এসিড ও ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে তাদেরকে উভধর্মী অক্সাইড বলা হয়।

$PbO + 2HCl \longrightarrow PbCl_2 + H_2O$ (ক্ষার হিসেবে)

$PbO + 2NaOH \longrightarrow Na_2PbO_2 + H_2O$ (এসিড হিসেবে)

সুতরাং, এসিড ও ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করায় বা এসিড ও ক্ষার উভয় হিসাবে ক্রিয়া করায় PbO একটি উভধর্মী অক্সাইড।

গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ A ও B যৌগদ্বয় যথাক্রমে CH_4 ও C_2H_6.

CH_4 এর দহন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ—

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

বিক্রিয়ার এনথালপির পরিবর্তন ΔH হলে,

ΔH = [উৎপাদের এনথালপি] – [বিক্রিয়কের এনথালপি]

$= [H_{CO_2} + 2 \times H_{H_2O}] - [H_{CH_4} + 2 \times H_{O_2}]$

$= [-390 + 2 \times (-220)] - [-90 + 2 \times 0]$

$= -740$ kJ/mol

$\therefore$ 1 mol বা 16g CH_4 হতে তাপ পাওয়া যায় 740 kJ

$\therefore$ 1g CH_4 ,, ,, ,, ,, $= \frac{740}{16}$ kJ

$= 46.25$ kJ

আবার, C_2H_6 এর দহন বিক্রিয়া—

$$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

সুতরাং, C_2H_6 এর প্রমাণ দহন এনথালপি ΔH হলে,

$$\Delta H = [2 \times H_{CO_2} + 3 \times H_{H_2O}] - [H_{C_2H_6} + \frac{7}{2} \times H_{O_2}]$$

$$\Rightarrow \Delta H = [2 \times (-390) + 3 \times (-220)] - [-120 + \frac{7}{2} \times 0]$$

$\therefore \Delta H = -1320$ kJ/mol

$\therefore$ 1 mol বা 30g C_2H_6 হতে পাওয়া যায় 1320 kJ শক্তি

$\therefore$ 1g C_2H_6 ,, ,, ,, $= \frac{1320}{30}$ kJ ,,

$= 44$ kJ শক্তি

সুতরা, A ও B এর 1g হতে প্রাপ্ত শক্তির মান যথাক্রমে 46.25 ও 44kJ। সুতরাং, A অর্থাৎ, CH_4, C_2H_6 অপেক্ষা উৎকৃষ্ট জ্বালানী।

প্রশ্ন ▶ ১৫৩

ক্রম	উপাদান	দহন তাপ
i	কার্বন ডাই সালফাইড	– 1109.2 kJmol^{-1}
ii	কার্বন	– 394 kJmol^{-1}
iii	সালফার	– 297.3 kJmol^{-1}

[ঢাকা ইম্পিরিয়াল কলেজ]

ক. ক্লিনিং মিশ্রণ কী? ১

খ. দ্রবণে Al^{3+} আয়ন শনাক্তকরণ সমীকরণসহ লিখ। ২

গ. (ii) নং বিক্রিয়ায় 1200 kJ তাপ উৎপন্ন করতে STP তে কত লিটার অক্সিজেন প্রয়োজন? ৩

ঘ. উদ্দীপক অনুযায়ী CS_2 এর গঠন বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী না তাপহারী -বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্রোমিক এসিড ($K_2Cr_2O_7$ + গাঢ় H_2SO_4) কে পরিষ্কারক বা ক্লিনিং মিশ্রণ বলে।

খ একটি পরীক্ষানলে Al^{3+} এর 1-2 mL দ্রবণ নিয়ে এতে 1-2 ফোঁটা NaOH দ্রবণ যোগ করলে সাদা জেলীর ন্যায় অধঃক্ষেপ পড়ে। এ অধঃক্ষেপের মধ্যে অতিরিক্ত NaOH দ্রবণ যোগ করলে সাদা জেলী দ্রবীভূত হয়ে যায়। এ অবস্থায় দ্রবণে কিছু কঠিন NH_4Cl যোগ করে উত্তপ্ত করলে পুনরায় সাদা জেলী দ্রবণে ফিরে আসে।

$Al^{3+} + 3NaOH \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + 3Na^+$
(সাদা আঠালো জেলী)

$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow NaAl(OH)_4$

$NaAl(OH)_4 + NH_4Cl \xrightarrow{তাপ} Al(OH)_3\downarrow + NaCl + NH_3 + H_2O$
(সাদা জেলী)

এভাবে দ্রবণে বিদ্যমান Al^{3+} আয়ন সনাক্ত করা যায়।

গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৫৪

A	B	C
25mL, 0.1M H_2SO_4	10mL, 0.025M NaOH	150mL, 0.9M CH_3COOH $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$

[আর. ডি. এ. ল্যাব: স্কুল এন্ড কলেজ, বগুড়া]

ক. কিলেটিং এজেন্ট কি? ১
খ. দুধ একটি ইমালশন ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত (B + C) দ্রবণের pH নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত (A + B) পাত্রের মিশ্রণের প্রকৃতি নির্ণয় কর। ৪

১৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফল, শাক-সবজি কাটার পর এনজাইমের ক্রিয়া বন্ধ করার জন্য যেসব রাসায়নিক ব্যবহার করা হয় তাদেরকে কিলেটিং এজেন্ট বলে। যেমন- EDTA.

খ দুধ একটি ইমালশন বা কলয়েড। কেননা এক্ষেত্রে অদ্রবণীয় তরল চর্বির সূক্ষ্ম কণাসমূহ পানি মাধ্যমে সর্বত্র সমভাবে বিরাজ করে। এখানে কঠিন পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণাগুলোর আকারের ব্যাস 2 – 100nm এর মধ্যে হয়। কণাগুলো একক ম্যাক্রো অণু যা দীর্ঘদিন একই অবস্থায় পৃথক থাকে না এবং অসমসত্ত্ব অবস্থায় থাকে। তাই বলা যায় দুধ একটি ইমালশন।

গ ১২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৫৫

এসিড	ক্ষার	এনথালপির পরিবর্তন
A_1	B	ΔH_1
A_2	B	$\Delta H_2 = -57.34$ kJ/mole
A_3	B	ΔH_3

এখানে $\Delta H_1 < \Delta H_2 < \Delta H_3$

[রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

ক. ক্লিমেনসন বিজারণ কি? ১
খ. নার্নস্ট তত্ত্ব ব্যাখ্যা কর। ২
গ. A_1 এর pH নির্ণয়ের উপযুক্ত সমীকরণ প্রতিপাদন করে দেখাও। ৩
ঘ. উদ্দীপকের আলোকে অম্ল ক্ষার প্রকৃতি চিহ্নিত করে ∆H এর মানের ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কার্বনাইল যৌগ যেমন: অ্যালডিহাইড বা কিটোনকে জিংক অ্যামালগাম ও গাঢ় HCl সহযোগে বিজারিত করলে কার্বনাইল মূলকটি ($\rangle C = O$) সরাসরি বিজারিত হয়ে মিথিলিন মূলক ($-CH_2-$) এ পরিণত হয়ে হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন করে। এ বিজারণ প্রক্রিয়াকে ক্লিমেনসন বিজারণ বলে।

খ কোষের প্রত্যেকটি তড়িৎদ্বারের পৃষ্ঠতলে একটি বৈদ্যুতিক বিভব তৈরী হয়। এ বিভবকে তড়িৎদ্বার বিভব বলে।
ধাতব দণ্ডের কেলাসে আয়নগুলো এক নির্দিষ্ট স্থানে ও যোজনী ইলেকট্রন ফাঁকা স্থানে চলাচল করে। তাই দণ্ড দ্রবণে ডুবালে ধাতুর আয়নগুলো দ্রবণ চাপ অনুভব করে দ্রবণে প্রবেশ করার। এ অবস্থায় ধনাত্মক আয়নগুলো পানির সাথে যুক্ত হয়ে হাইড্রেট তৈরী করে যা ধাতব দণ্ডের ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব দণ্ডে যুক্ত হতে চায় যা অসমোটিক চাপ নামে পরিচিত।
এ বিপরীতমুখী প্রবণতা কখনও সমান হয় না তাই এ বিভব এর সৃষ্টি।

গ A_1 এর এনথালপির পরিমাণ প্রশমন তাপের থেকে কম তাই এটি একটি দুর্বল এসিড ধরা যাক এটি HA.
ধরি C মোল HA বিক্রিয়া করে যার বিয়োজন মাত্রা α.

$$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$$

সাম্যাবস্থায়, $(1-\alpha)C \quad \alpha C \quad \alpha C$

$$Ka = \frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]}$$

ঘ $\Delta H_1 < \Delta H_2 < \Delta H_3$
(i) A_1 দুর্বল এসিড
(ii) A_3 সবল এসিড
(i) ΔH_1 কম হওয়ার কারণ :
সাধারণত প্রশমন তাপ 57.34 kJ হওয়া উচিত। কিন্তু দুর্বল এসিডের জন্য এর মান সামান্য কম। এর কারণ এর অসম্পূর্ণ বিয়োজন—

$HA(aq) \rightleftharpoons H^+ + A^-$ [দুর্বল]
$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$
$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$

অসম্পূর্ণ বিয়োজন দ্বারা উৎপন্ন H^+, OH^- আয়ন যখন প্রশমিত করে তখন আবার CH_3COOH H^+ উৎপন্ন করে। পুরোপুরি প্রশমিত না হওয়া পর্যন্ত এ ধারা গতিশীল থাকে।

$$\Rightarrow -\log Ka = -\log[H^+] - \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\Rightarrow p\,Ka = pH - \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\Rightarrow pH = pKa + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

CH_3COOH এর বিয়োজনের জন্য কিছু শক্তির প্রয়োজন হয় তাই প্রশমন তাপ কম হয়।
(ii) ΔH_3 বেশি হবার কারণ,
প্রশমন তাপ 57.34kJ থাকলেও সবল ক্ষারকের পানিযোজনের তাপের সমষ্টিকরণ ফলে ΔH_3 এর পরিমাণ বেড়ে যায়,

$HF(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H^+(aq) + F^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq)$
$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l); \Delta H = -57.34$ kJ
$HF + NaOH \rightarrow Na^+ + F^- + H_2O; \Delta H = -68.6$ kJ

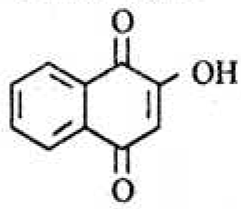
প্রশ্ন ▶ ১৫৬ (i) $2AB_2(g) + B_2(g) \xrightleftharpoons{NO(g)} 2AB_3(g) +$ তাপ
(ii) $2AB_2(g) + B_2(g) \xrightleftharpoons{Pt(s)} 2AB_3(g) +$ তাপ
(A ও B যথাক্রমে গ্রুপ VIA এর ২ ও ৩ নং পর্যায়ের মৌল)

[রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

ক. মেহেদীর রাসায়নিক উপাদানের সংকেত লিখ। ১
খ. ভিনেগারের খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল ব্যাখ্যা কর। ২
গ. (i) নং বিক্রিয়াটির উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. (i) ও (ii) নং বিক্রিয়া দুটির প্রভাবন কৌশলের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মেহেদীর রাসায়নিক উপাদান সংকেত



দ্বি-চাক্রিক ডাইকিটোনিক
হাইড্রোক্সি যৌগ (লসোন যৌগ)

খ ভিনেগারের খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল :
ভিনেগার ব্যাকটেরিয়া বা অন্যান্য অনুজীব মেরে ফেলে এবং এর বিস্তারে বাধা দেয়। তখন দ্রবণের pH 5 এর মান নিচে থাকে। অম্লীয় পরিবেশ অনুজীবদের জন্য প্রতিকুল। অনুজীব নিঃসৃত এনজাইম যার প্রোটিন শিকলের নাইট্রোজেনের মুক্ত ইলেকট্রনজোড় পচনের ফার্মেন্টেশন বিক্রিয়ার জন্য দায়ী। ভিনেগার H^+ দান করে তা প্রশমিত করে।

$$CH_3-COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$$

$$--\ddot{N}--\ddot{N}--+H^+ = --\overset{H^+\uparrow}{\ddot{N}}--\overset{H^+\uparrow}{\ddot{N}}--$$

অণুজীবের এনজাইম ভিনেগার

গ (i) নং বিক্রিয়াটি

$$2AB_2(g) + B_2(g) \xrightarrow{NO(g)} 2AB_3(g) + \text{তাপ}$$
$$A = S$$
$$B = 0$$
$$\therefore 2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{NO(g)} 2SO_3(g);\ \Delta H = -\,kJ$$

উপরিউক্ত বিক্রিয়াটি স্পষ্টভাবে বলে দেয় এটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। এই সম্যাবস্থায় তাপমাত্রা পরিবর্তন করলে সাম্যধ্রুবকের যে পরিবর্তন হবে তা ভ্যানহফের সমীকরণ থেকে পাওয়া যায়।

$$\log Kp = \frac{-\Delta H}{2.303R} \times \frac{1}{T} + \text{Constant}$$

ΔH এখানে এনথালপির পরিবর্তন। যা বিক্রিয়ায় ঋণাত্মক। $\therefore \log Kp$ বনাম $\frac{1}{T}$ এর গ্রাফ এ ঢাল ধনাত্মক। $\therefore \frac{1}{T}$ বাড়ার সাথে সাথে Kp বৃদ্ধি পায়। $\therefore$ তাপমাত্রা বাড়লে এই বিক্রিয়ায় সাম্যধ্রুবকের মান হ্রাস পাবে।

ঘ (i) $2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{NO(g)} 2SO_3(g) + \text{তাপ}$

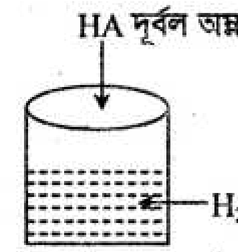
(ii) $2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{Pt} 2SO_3 + \text{তাপ}$

এখানে দুটি ভিন্ন প্রভাবক একই বিক্রিয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়েছে।
প্রথম ক্ষেত্রে NO(g) প্রভাবক হিসাবে যা এই বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সমসত্ত্ব প্রভাবক। সমসত্ত্ব প্রভাবক অন্তবর্তী যৌগ গঠন করে। দ্বিতীয় বিক্রিয়ায় Pt(s) প্রভাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়েছে যা অসমসত্ত্ব প্রভাবক। এক্ষেত্রে কার্ব এর পৃষ্ঠতলে রাসায়নিকভাবে অধিশোষিত হয়।
প্রথম বিক্রিয়ায় অন্তর্বতী যৌগ গঠন করে প্রভাবক আবার নিজের অবস্থায় ফিরে আসে।

$$2NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO_2(g)$$
$$2NO_2(g) + 2SO_2(g) \longrightarrow 2SO_3 + 2NO$$
$$\therefore 2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{NO(g)} 2SO_3(g) + 2NO(g)$$

দ্বিতীয় বিক্রিয়ায় Pt(s) এ অধিশোষিত হওয়া অবস্থায় অণুর সমযোজী বন্ধন দুর্বল হয়ে পড়ে। স্থানিক বিন্যাসের জন্য পাশাপাশি অণুর মধ্যে সংঘর্ষ বেড়ে যায় এবং নিম্নশক্তির সক্রিয়নকৃত জটিল যৌগ গঠন করে যা পূর্বের প্রভাবকের তুলনায় ভিন্ন।
জটিল যৌগ বিয়োজিত হয়ে নতুন অণু তৈরী করে প্রভাবক পৃষ্ঠে অবস্থান কালেই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি তলে শোষিত হয় তা আবার SO_2 এবং O_2 কে বিক্রিয়ায় যোগান দেয়। এরপর SO_3 কে মুক্ত করে।

প্রশ্ন ▶ ১৫৭



[সরকারি শহীদ বুলবুল কলেজ, পাবনা]

ক. বাফার দ্রবণ কী? ১
খ. রক্তের pH ধ্রুব থাকার কৌশল ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের দ্রবণের H^+ আয়নের ঘনমাত্রা কিভাবে নির্ণয় করবে? ৩
ঘ. উদ্দীপকের দ্রাবকের বিয়োজন থেকে pH স্কেল প্রতিষ্ঠাকরণ সম্ভব কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দ্রবণে সামান্য পরিমাণ এসিড বা ক্ষার যোগ করলেও দ্রবণের pH এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বাফার দ্রবণ বলে।

খ বাইকার্বনেট বাফার সিস্টেম প্রক্রিয়ায় রক্তের pH মান অপরিবর্তিত রাখা যায়। এই সিস্টেম অনুযায়ী CO_2 পানির সাথে বিক্রিয়ায় H_2CO_3 এবং তা বিয়োজিত হয়ে HCO_3^- ও H^+ উৎপন্ন করে। রক্তের এসিড জাতীয় দ্রবণ শোষিত হলে তা HCO_3^- এর সাথে বিক্রিয়া করে প্রশমিত হয়।

$$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3$$

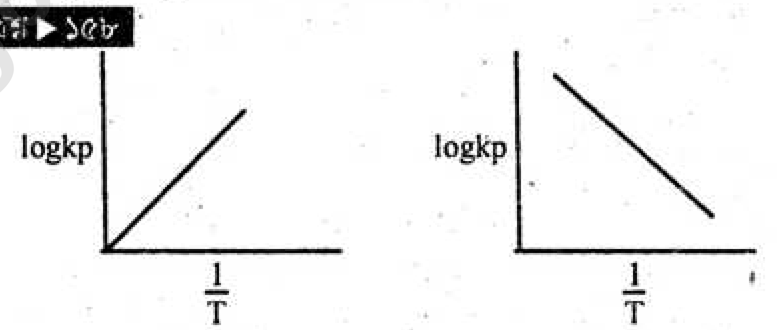
আবার রক্তে ক্ষারীয় দ্রবণ শোষত হলে তা H_2CO_3 এর সাথে বিক্রিয়ায় প্রশমিত হয়।

$$OH^- + H_2CO_3 \longrightarrow HCO_3^- + H_2O$$

গ ২১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৫৮



চিত্র-১ চিত্র-২

[হাজীগঞ্জ মডেল কলেজ, চাঁদপুর]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১
খ. Na^+ গঠিত হলেও Na^{2+} গঠিত হয় না কেন? ২
গ. চিত্র-১ দ্বারা প্রকাশিত বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. প্রভাবক দ্বারা উদ্দীপকের উভয় প্রকার বিক্রিয়ার হার কীভাবে প্রভাবিত হয় তা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ Na পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, ৩য় পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের পরমাণু অপেক্ষা বেশি হওয়ায়, Na এর প্রথম আয়নীকরণ শক্তি কম হয়। Na^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস Ne এর অনুরূপ হওয়ায় ইলেকট্রন বিন্যাসটি স্থিতিশীল হয়। Na^+ আয়নের ব্যাসার্ধ (0.095 nm) এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ 0.157 nm অপেক্ষা কম। তাই Na^+ এর বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় ফলে Na^+ আয়নস্থ বহিঃস্থ কক্ষপথ হতে ইলেকট্রন অপসারণে প্রচুর শক্তির (4562 kJ/mol) প্রয়োজন হয় বিধায় Na^+ হতে আরও একটি ইলেকট্রন অপসারণ করে Na^{2+} গঠন সম্ভবপর নয়।

গ চিত্র-১ দ্বারা নির্দেশিত বিক্রিয়াটি হচ্ছে তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রার প্রভাব নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল—

লা-শ্যাটেলিয়ার নীতি অনুসারে তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়াটি পশ্চাৎমুখী হয়ে তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলাফল প্রশমিত করে। অন্যদিকে তাপমাত্রা হ্রাস করা হলে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা ডানে সরে যায়। যেমন—

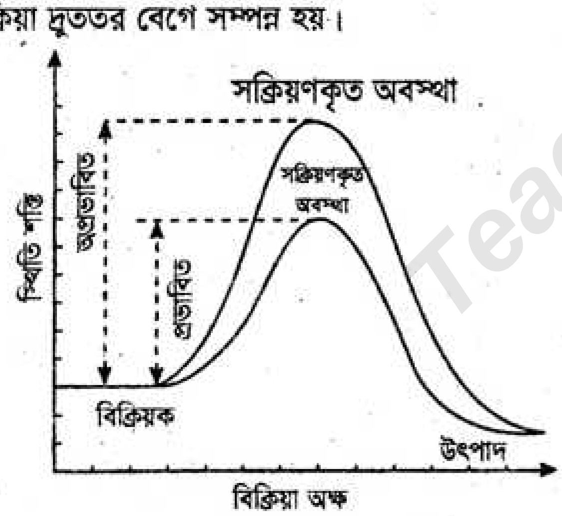
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g); \Delta H = -92\ kJ$

উপরিউক্ত তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা বামে সরে যায় অর্থাৎ আরো কিছু NH_3 বিয়োজিত হয়ে N_2 ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। অন্যদিকে তাপমাত্রা কমালে সাম্যাবস্থায় অ্যামোনিয়ার উৎপাদন বৃদ্ধি পায়।

ঘ প্রভাবকের দ্বারা উদ্দীপকের উভয় প্রকার বিক্রিয়ার বেগ বৃদ্ধি পায়। নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল—

প্রভাবক এমন একটি রাসায়নিক পদার্থ যার উপস্থিতি বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তি হ্রাস করে এবং একে সরলতর বিক্রিয়া পথ প্রদান করে। প্রভাবক ব্যবহার করলে তা প্রকৃতপক্ষে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে আবার পুনর্জন্ম প্রাপ্ত হয়। প্রভাবক ব্যবহার না করে বিক্রিয়া ঘটালে যে সক্রিয়ণকৃত অবস্থার মাধ্যমে বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়, তার স্থিতিশক্তি বেশি, ফলে তা সৃষ্টি কষ্টকর। অপ্রভাবিত অবস্থায় বিক্রিয়কের প্রয়োজনীয় সক্রিয়ণ শক্তির মাত্রা বেশি হয়, (চিত্র ১৩.১৬ দ্রষ্টব্য) এ কারণে বিক্রিয়া দ্রুত বেগে অনুষ্ঠিত হতে পারে না।

অপরদিকে প্রভাবক সহকারে সামগ্রিক বিক্রিয়া ভিন্ন পথ ধরে সম্পন্ন হয়। এ পথে যে সক্রিয়ণকৃত অবস্থার সৃষ্টি হয়, তার স্থিতিশক্তি অপ্রভাবিত অবস্থার তুলনায় কম। অর্থাৎ প্রভাবকের উপস্থিতিতে বিক্রিয়কের প্রয়োজনীয় সক্রিয়ণ শক্তির মাত্রা পূর্বের তুলনায় কম; এ কারণে বিক্রিয়া দ্রুততর বেগে সম্পন্ন হয়।



চিত্র ১৩.১৬ : অপ্রভাবিত ও প্রভাবিত বিক্রিয়ার সক্রিয়ণ শক্তির মাত্রা

প্রশ্ন ▶ ১৫৯

পাত্র-i	পাত্র-ii	পাত্র-iii
25 mL 0.5 M CH_3COOH $Ka = 1.5 \times 10^{-3}$	50mL 0.15M NaOH	20mL 0.2M H_2SO_4

[হাজীগঞ্জ মডেল কলেজ, চাঁদপুর]

ক. অবস্থান্তর মৌল কী? ১

খ. গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না কেন? ২

গ. i নং ও ii নং পাত্রের দ্রবণ একত্রে মিশ্রিত করলে মিশ্রণের pH নির্ণয় কর। ৩

ঘ. i নং ও ii নং পাত্রের দ্রবণের বিক্রিয়ার প্রশমন তাপ এবং ii নং ও iii নং পাত্রের দ্রবণের বিক্রিয়ার প্রশমন তাপের পরিমাণের পার্থক্য আছে কিনা? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d-অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা তথা NaOH ব্যবহার করা হয় না, কারণ গ্লাসের প্রধান উপাদান হলো SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$

ফলে গ্লাস ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না।

গ ১২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ (i) ও (ii) নং পাত্রের দ্রবণের বিক্রিয়ার প্রশমন তাপ এবং (ii) ও (iii) নং পাত্রের দ্রবণের বিক্রিয়ার প্রশমন তাপ ভিন্ন। নিম্নে বিশ্লেষণ করা হল—

(i) ও (ii) নং পাত্রের দ্রবণে আছে যথাক্রমে CH_3COOH ও NaOH.

এসিড কিংবা ক্ষার যে কোন একটি যদি দুর্বল প্রকৃতির হয়, তবে এদের প্রশমন তাপের মান স্থির থাকে না। অর্থাৎ এ মান – 57.34 kJ হবে না, কম হবে। যেমন এক মোল পরিমাণ দুর্বল অ্যাসিটিক এসিড CH_3COOH কে সবল NaOH দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করলে এদের প্রশমন তাপের মান প্রায় 2.2 kJ পরিমাণ কমে – 55.14 kJ হয়। এর কারণ জলীয় দ্রবণের অ্যাসিটিক এসিড (CH_4COOH) এর অসম্পূর্ণ বিয়োজন।

$$CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$$
$$NaOH(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$

যেহেতু NaOH একটি তীব্র ক্ষার; তাই এর সম্পূর্ণ বিয়োজনের ফলে সৃষ্ট OH^- আয়ন অ্যাসিটিক এসিডের অসম্পূর্ণ বিয়োজন দ্বারা সৃষ্ট H^+ কে যখনই প্রশমিত করে, তখনই অবিয়োজিত অ্যাসিটিক এসিড পুনরায় বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন উৎপন্ন করে। ফলে সাম্যতা পুনরায় প্রতিষ্ঠিত হয়। সুতরাং অ্যাসিটিক এসিড সম্পূর্ণভাবে প্রশমিত না হওয়া পর্যন্ত উভয় বিক্রিয়াই পাশাপাশি অগ্রসর হতে থাকে। এক্ষেত্রে অ্যাসিটিক এসিডের বিয়োজনে কিছু শক্তির যেমন 2.2kJ প্রয়োজন হয়; এ কারণেই প্রশমন তাপের মান প্রায় 2.2kJ কমে গিয়ে –55.14kJ হয়।

অন্যদিকে (ii) ও (iii) নং পাত্রের দ্রবণে আছে যথাক্রমে NaOH ও H_2SO_4 যারা তীব্র ক্ষার ও এসিড। সুতরাং উভয়েই জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত হয় এবং পানি গঠনে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া ঘটে—

$$NaOH(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$H_2SO_4(aq) \longrightarrow 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$
$$\therefore [2H^+(aq) + SO_4^{2+}(aq)] + 2[Na^+(aq) + OH^-(aq)] \longrightarrow$$
$$[2Na^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)] + 2H_2O(l);\ \Delta H = -114.88\ kJ$$

2 mol পানি উৎপাদনে উৎপন্ন তাপ 114.88 kJ ∴ প্রশমন তাপ হবে $-\frac{114.88}{2}$ বা – 57.44 kJ.

সুতরাং, (ii) ও (iii) এর বিক্রিয়ায় $H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$ বিক্রিয়ার মাধ্যমে পানি উৎপন্ন হওয়ায় প্রশমন তাপ ধ্রুব মান –57.34kJ এর কাছাকাছি কিন্তু (i) ও (ii) নং পাত্রের মধ্যে বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে এসিড দুর্বল হওয়ায় প্রশমন তাপ কম হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৬০ 27°C তাপমাত্রায় এবং 1.0 atm চাপে আবদ্ধ পাত্রে কিছু পরিমাণ N_2O_4 উত্তপ্ত করলে তা 25% বিয়োজিত হয় তা A তে পরিণত হয় এবং অবিয়োজিত N_2O_4 এর সাথে সাম্যাবস্থায় থাকে।

[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. দ্রাব্যতা কী? ১
খ. Al_2O_3 উভধর্মী -ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির তাপমাত্রা স্থির রেখে চাপ অর্ধেক করলে বিয়োজনের পরিমাণ কত হবে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের বিয়োজনটির উপর সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা ও চাপের পরিবর্তন বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ যে সকল অক্সাইড অম্ল ও ক্ষারক উভয় হিসেবে আচরণ করে তাদেরকে উভধর্মী অক্সাইড বলে। এখানে Al_2O_3 অম্ল এবং ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ উৎপন্ন করে। তাই বৈশিষ্ট্যেনুযায়ী Al_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড।

$Al_2O_3 + NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$ (এসিড হিসেবে)

$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2\ AlCl_3 + 3H_2O$ (ক্ষার হিসেবে)

গ ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের বিয়োজন বিক্রিয়াটি হচ্ছে N_2O_4 এর বিয়োজন। বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

$N_2O_4(g) \overset{\Delta}{\rightleftharpoons} 2NO_2(g);\quad \Delta H = +\ 57kJ\ mol^{-1}$

তাপমাত্রা পরিবর্তনের প্রভাব: N_2O_4 এর বিয়োজন বিক্রিয়াটি একটি তাপহারী বিক্রিয়া। তাপহারী বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলে সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে যায় অর্থাৎ উৎপাদের পরমাণ বৃদ্ধি পায় এবং এক্ষেত্রে NO_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে অন্যদিকে তাপমাত্রা হ্রাস করা হলে NO_2 এর পরিমাণ হ্রাস পাবে।

চাপ পরিবর্তনের প্রভাব: সমীকরণে দেখা যায় যে বামদিকে অর্থাৎ বিক্রিয়কের দিকে এক মোল গ্যাস ও ডানদিকে অর্থাৎ উৎপাদনের দিকে দুই মোল গ্যাস আছে। এর অর্থ আবদ্ধ পাত্রে চাপ বাড়ে। সুতরাং চাপ কমালে উৎপাদ অর্থাৎ NO_2 এর পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে ও চাপ বাড়ালে NO_2 এর পরিমাণ হ্রাস পাবে অর্থাৎ সাম্যাবস্থা পেছনে দিকে সরে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ১৬১ $K = A/e^{-Ea/RT}$ সমীকরণের সাহায্যে বিজ্ঞানী আহেনিয়াস বিক্রিয়ার হারের উপর সরাসরি তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা করেন।

[কুষ্টিয়া সরকারি মহিলা কলেজ, কুষ্টিয়া]

ক. খাদ্য সংরক্ষক বলতে কী বুঝ? ১
খ. ব্যাখ্যা কর– সিগমা ও পাই বন্ধন উভয়ই সমযোজী বন্ধন। ২
গ. সমীকরণটি সমাধান করে লেখচিত্রের সাহায্যে কীভাবে সক্রিয়ণশক্তি নির্ণয় করবে? ৩
ঘ. তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উক্ত সমাধানকৃত সমীকরণ উল্লেখিত কর। এবং প্রাপ্ত রেখা ঐরূপ হওয়ার কারণ বর্ণনা কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক খাদ্যে উৎপন্ন যেসব পদার্থ সংশ্লিষ্ট খাদ্যের সংরক্ষক হিসেবে কাজ করে তাদেরকে খাদ্যে উৎপন্ন সংরক্ষক বলে।

খ দুটি পরমাণুর মধ্যে এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড় শেয়ারের মাধ্যমে বা সমভাবে ব্যবহারের মাধ্যমে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে সমযোজী বন্ধন বলে। আবার অণু গঠনে অংশগ্রহণকারী দুটি পরমাণুর একই অক্ষ বরাবর অবস্থিত দুটি অরবিটালের সামনাসামনি অধিক্রমণের ক্ষেত্রে সিগমা বন্ধন গঠিত হয় এবং পাশাপাশি অধিক্রমণের ফলে π বন্ধন গঠিত হয়। যেহেতু উভয় ক্ষেত্রে অণু গঠনকারী পরমাণুর মধ্যে ইলেকট্রন সমভাবে ব্যবহার অর্থাৎ শেয়ার ঘটে। তাই বলা যায় সিগমা ও π বন্ধন হলো মূলত এক ধরনের সমযোজী বন্ধন।

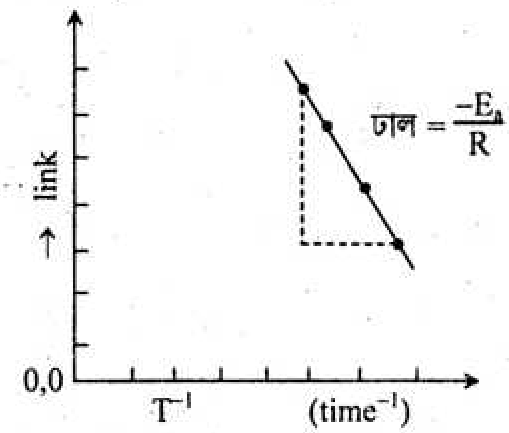
গ উদ্দীপকে প্রদত্ত অ্যারহেনিয়ামের সমীকরণটি হচ্ছে–

$$K = A/e^{-Ea/RT}$$

সমীকরণের উভয় পার্শ্বে লগ নিয়ে পাই,

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

সমীকরণটির ($\ln k$ vs $\frac{1}{T}$) গ্রাফ হবে নিম্নরূপ –



চিত্র : lnk বনাম T^{-1} লেখচিত্র

সুতরাং, $\ln k$ vs $\frac{1}{T}$ গ্রাফ আঁকলে সেটি চিত্রের ন্যায় একটি সরলরেখা পাওয়া যায়। এই সরলরেখার ঢাল হবে $-\frac{Ea}{R}$

যদি $\ln k$ vs $\frac{1}{T}$ গ্রাফ হতে ঢাল পাওয়া যায় $-x$ তবে,

$$-\frac{E_a}{R} = -x$$

$$\therefore E_a = x \times R \ .... (i)$$

যেখানে, $R = 8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}$

সুতরাং, লেখচিত্রের ঢালের সাহায্যে অ্যারহেনিয়াসের সমীকরণ হতে (i) নং সূত্রের সাহায্যে সক্রিয়ন শক্তির মান বের করা যায়।

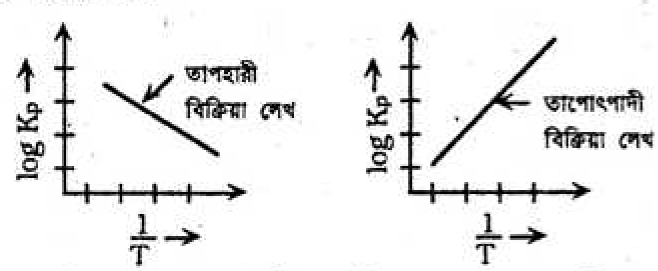
ঘ 'গ' হবে সমাধানকৃত সমীকরণটি হচ্ছে–

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

যদি, সাম্যাবস্থার ক্ষেত্রে উক্ত সমীকরণটিকে ভ্যান্ট-হফ সমীকরণ দ্বারা পরিবর্তন করা হয় তবে আমরা পাই,

$$\log K_p = -\frac{\Delta H}{2.303R} \times \frac{1}{T} + \text{ধ্রুবক}$$

এই সমীকরণটি সরলরেখার সাধারণ সমীকরণ $y = mx + c$ এর অনুরূপ। তাই $\log Kp$ vs $\frac{1}{T}$ দ্বারা অঙ্কিত লেখটি সরলরেখা হবে। তাপহারী ও তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে (ক) ও (খ) দুই ধরনের লেখচিত্র পাওয়া যায়–



চিত্র : (ক) তাপহারী চিত্র (খ) তাপোৎপাদী

তাপহারী বিক্রিয়ায় লেখ (ক) হতে বোঝা যায় যে, গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে অর্থাৎ $\frac{1}{T}$ যদি হ্রাস পায় তবে $\log Kp$ এর মান বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ, তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে Kp এর মান বৃদ্ধি পায়। এর মূল কারণ হচ্ছে তাপহারী বিক্রিয়ায় ΔH ধনাত্মক হওয়ায় লেখচিত্রের ঢাল $\frac{-\Delta H}{2.303R}$ ঋণাত্মক হয়।

অন্যদিকে তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার লেখ (খ) হতে বোঝা যায় যে, গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে তখন $\frac{1}{T}$ হ্রাস পায় এবং log Kp এর মানও হ্রাস পায়। অর্থাৎ, তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে Kp এর মান হ্রাস পায়।
সুতরাং, বলা যায় যে, ΔH এর মানের পার্থক্য অর্থাৎ, তাপহারী ও তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় যথাক্রমে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক হওয়ায় লেখচিত্রদ্বয় ভিন্ন হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৬২ $A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$; $\Delta H = -ve$
প্রাথমিক অবস্থা : 3 2 0
সাম্যাবস্থা : 20%
20°C তাপমাত্রায় পাত্রের আয়তন 500 mL
[কুষ্টিয়া সরকারি কলেজ, কুষ্টিয়া]

ক. পাস্তুরাইজেশন কী? ১
খ. সাসপেনশন ও কোয়াগুলেশনের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
গ. উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়াটির K_C নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব কারণসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এনজাইম ও ক্ষতিকারক অণুজীবকে ধ্বংস করার জন্য ক্রীমকে 95°C বা আরও বেশি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার প্রক্রিয়াকে পাস্তুরাইজেশন বলে।

খ সাসপেনশন হল কঠিন পদার্থের একটি অসমসত্ত্ব মিশ্রণ। এ মিশ্রণে কোন কঠিন পদার্থের আকার বা ব্যাস (10^{-4}–10^{-6} m) মধ্যে থাকে তাকে সাসপেনশন বলে। যেমন— দুধের মধ্যে NaCl এর মিশ্রণ। এতে কঠিন পদার্থের আকৃতি/ব্যাস 1μm এর বেশি।
কোয়াগুলেশন হল এমন এক প্রক্রিয়া যার সাহায্যে কোন দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে (কলয়েড কণা) উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা (অধঃক্ষিপ্ত হওয়া) করা হয়।

গ ধরি বিয়োজন মাত্রা α ∴ 2α = 0.2
α = 0.1

$A_2 + 3B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$
প্রথামিক অবস্থা 3 2 0
সম্যাবস্থা (3 – 0.1) (2 – 0.3) 0.2
2.9 1.7

$$Kc = \frac{[AB_3]^2}{[A_2]\,[B]^3}$$

আয়তন V = 500 ml = 0.5 L

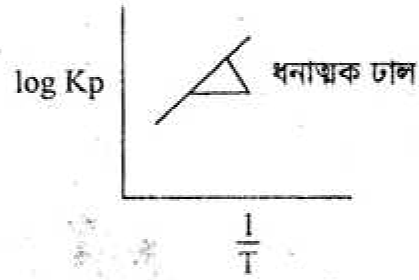
$$= \frac{\left(\frac{0.2}{0.5}\right)^2}{\left(\frac{2.9}{0.5}\right)\left(\frac{1.7}{0.5}\right)^3}$$

$$= 7.018 \times 10^{-4}\ L\ mol^{-1}$$

ঘ $A_2 + 2B_2 \rightleftharpoons 2AB_3$; $\Delta H = -ve$
সম্যধ্রুবকের উপর তাপমাত্রার প্রভাব :
স্থির তাপমাত্রায় কোন গ্যাসীয় বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক ধ্রুব থাকে। তাপমাত্রার সাথে এই বিক্রিয়ার সাপেক্ষে সাম্যধ্রবক কেমন পরিবর্তন হবে তা ভ্যানহফের নিম্নোক্ত সমীকরণ দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়।

$$\log Kp = \frac{-\Delta H}{2.303\,R} \times \frac{1}{T} + \text{ধ্রবক}$$

আমাদের বিক্রিয়াটি তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া। তাই এখানে Kp এর মান তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে কমতে থাকে; গ্রাফ থেকে দেখা গেলে



$\frac{1}{T}$ বাড়লে kp বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ T বাড়লে kp কমে।

চাপের প্রভাব :
স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসীয় উভমুখী বিক্রিয়ায় kp এর মান স্থির থাকে। ভ্যানহফ এর সমীকরণ থেকে দেখা যায় সাম্যধ্রুবকের সাথে চাপ এঁর কোনো সম্পর্ক নেই।
∴ আমাদের উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় ও সাম্যধ্রুবক এর উপর চাপের কোনো প্রভাব নেই।

প্রশ্ন ▶ ১৬৩ X ও Y দুইটি সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যাদের কার্বন সংখ্যা যথাক্রমে 2 ও 3 উভয়ই জ্বালানি হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এদের দহনে M ও N উৎপন্ন হয়। X, Y, M ও N এর প্রমাণ সংগঠন তাপ যথাক্রমে – 74.85 – 84.52 – 293.51 এবং – 220.2 kJ/mol.
[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

ক. আবিষ্ট প্রভাবক কি? ১
খ. BOD ও COD এর মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
গ. X এর দহন এনথালপি –450.2 kJ হলে 35 kJ তাপ উৎপাদনে কি পরিমাণ O_2 লাগবে? ৩
ঘ. X ও Y এর মধ্যে কোনটি জ্বালানি হিসেবে অধিক উপযোগী গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একটি বিক্রিয়কের প্রভাবে যদি অপর একটি বিক্রিয়ক প্রভাবিত হয় তবে প্রথম প্রভাবকটিকে আবিষ্ট প্রভাবক বলে।

খ BOD ও COD পরীক্ষার মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

i. নির্দিষ্ট পরিমাণ পানিতে বিদ্যমান অণুজীব জারিত করতে প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের পরিমাণকে BOD বলে।	i. শক্তিশালী রাসায়নিক জারক দ্বারা নমুনা পানির জৈব পদার্থের জারণের জন্য প্রয়োজনীয় Oxygen- এর পরিমাণকে COD বলে।
ii. বিভিন্ন প্রকার অণুজীব, বিষাক্ত পদার্থে pH এর উপস্থিতি, কিছু রূপান্তরিত খনিজ উপাদান এবং নাইট্রিফিকেশন প্রক্রিয়া BOD পরীক্ষা করার অন্যতম কারণ।	ii. বিষাক্ত পদার্থের উপস্থিতি এবং অনুজীবসমূহের বংশ বৃদ্ধির প্রতিকূল অবস্থা COD এর মানের উপর কোনো প্রভাব বিস্তার করে না।
iii. এটি 20% পুনরুৎপাদনের সামর্থ্য ফিরে পায়।	iii. এ পদ্ধতি পুনরুৎপাদনের সামর্থ্য ফিরে পায় না।

গ X যৌগটি ইথেন ($H_3C - CH_3$)
ইথেনে দহন নিম্নরূপে ঘটে,

$$H_3C - CH_3 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

বলা আছে, এ দহনের ফলে 450.2 kJ তাপ উৎপন্ন হয়।
$\left(\frac{7}{2} \times 32\right)$ g বা 112g O_2 ব্যবহৃত হয় 450.2 kJ তাপ উৎপাদনে

∴ 35 kJ তাপ উৎপাদনে প্রয়োজনীয় O_2 এর পরিমাণ $= \frac{112 \times 35}{450.2}$
$= 8.7$ g

ঘ X ও Y যৌগ দুটি যথাক্রমে ইথেন ও প্রোপেন ($H_3C - CH_2 - CH_3$) এদের দহনের ফলে উৎপন্ন M ও N যথাক্রমে কার্বন ডাই অক্সাইড (CO_2) ও পানি (H_2O)

ইথেন এর দহন বিক্রিয়া,

$$H_3C - CH_3 + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

$$\Delta H_{C_2H_6} = 2 \times \Delta H_{f(CO_2)} + 3 \times \Delta H_{f(H_2O)} - \{\Delta H_{f(C_2H_6)} + \frac{7}{2}\Delta H_{f(O_2)}\}$$

$= 2 \times (-293.51) + 3 \times (-220.2) + 74.85$

$= - 1172.77$ kJ

(2×12+6×1) বা 30g ইথেন থেকে প্রাপ্ত বা উৎপন্ন তাপের পরিমাণ 1172.77 kJ

$\therefore$ 1g " " " " " " " $\frac{1172.77}{30}$ kJ

$= 39.09$ kJ

প্রোপেন এর দহন বিক্রিয়া

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

$$\Delta H_{C_3H_8} = 3 \times \Delta H_{f(CO_2)} + 4 \times \Delta H_{f(H_2O)} - \{\Delta H_{f(C_3H_8)} + \Delta H_{f(O_2)}\}$$

$= 3\times (-293.51) + 4 \times (-220.2) + 84.52$

$= - 1676.81$

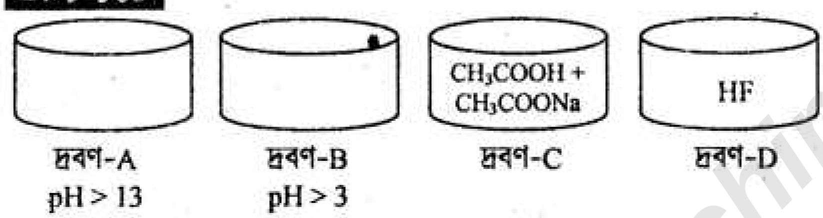
(3×12+8×1) বা 44 g প্রোপেন থেকে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ 1676.81 kJ

$\therefore$ 1 g " " " " " " $\frac{1676.8}{44}$ kJ

$= 38.11$ kJ

যেহেতু 1g ইথেন থেকে উৎপন্ন তাপ > 1g প্রপেন থেকে উৎপন্ন তাপ অর্থাৎ জ্বালানি হিসেবে ইথেন প্রোপেন অপেক্ষা অধিক উপযোগী।

প্রশ্ন ▶ ১৬৪



[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

ক. হেসের সূত্রটি লিখ। ১

খ. নাইট্রিক এসিড, সালফিউরিক এসিড এবং ফসফরিক এসিড এর অম্লত্ব ক্রমানুসারে সাজাও। ২

গ. A ও B দ্রবণের প্রশমন এনথালপি এবং A ও D দ্রবণের প্রশমন এনথালপি মানের পার্থক্য আছে কিনা —ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. A ও B দ্রবণ পৃথকভাবে C দ্রবণে যোগ করলে pH পরিবর্তন ঘটে না —যুক্তি সহকারে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি প্রারম্ভিক ও শেষ অবস্থা স্থির বা একই থাকে তবে যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া এক বা একাধিক ধাপে সংঘটিত করা হোক না কেন প্রতিক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপ সমান থাকবে।

খ এসিডের অম্লত্ব কেন্দ্রিয় পরমাণুর জারণ মানের উপর নির্ভর করে।

নাইট্রিক এসিডে N এর জারণমান : HNO_3

$1 + x + (-2) \times 3 = 0 \Rightarrow x = 5$

সালফিউরিক এসিডে S এর জারণ মান : H_2SO_4

$2 \times 1 + x + (-2) \times 4 = 0$

$\Rightarrow x = 6$

ফসফরিক এসিড এ P এর জারণ মান : H_3PO_4

$1 \times 3 + x + 4 \times (-2) = 0$

$\Rightarrow x = 5$

P ও N এর জারণ মান একই হলেও N এর আকৃতি ছোট হওয়ায় N এর চার্জ ঘনত্ব বেশি তাই HNO_3 এর অম্লত্ব H_3PO_4 এর অম্লত্ব অপেক্ষা বেশি।

অর্থাৎ অম্লত্বের ক্রম $H_2SO_4 > HNO_3 > H_3PO_4$

গ ৩৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৬৫ X এবং Y যথাক্রমে এক কার্বন ও দুই কার্বন বিশিষ্ট দুটি সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন। X ও Y এর গঠন এনথালপি এবং কার্বন হাইড্রোজেনের দহন এনথালপি যথাক্রমে- 74.89, −84.52, − 393.30 এবং −220.20 $kJmol^{-1}$। *[সরকারি শহীদ বুলবুল কলেজ, পাবনা]*

ক. সক্রিয়ণ শক্তি কী? ১

খ. NaOH ও HF এর প্রশমন তাপের মান স্থির মানের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ডাটা হতে 32g 'X' থেকে কত জুল তাপ উৎপন্ন হবে? ৩

ঘ. X ও Y এর মধ্যে জ্বালানি হিসেবে কোনটি উত্তম? ব্যাখ্যা কর। ৪

১৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৩৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

চতুর্থ অধ্যায়: রাসায়নিক পরিবর্তন

২৪৮. আন্তর্জাতিকভাবে রসায়নবিদ দ্বারা স্বীকৃত সবুজ রসায়নের মূলনীতি কয়টি? *[কিশোরগঞ্জ সরকারি মহিলা কলেজ, কিশোরগঞ্জ]* [জ্ঞান]
ক 10 খ 12
গ 14 ঘ 15 **খ**

২৪৯. গ্রিন কেমিস্ট্রির মূলমন্ত্র কয়টি? *[মতিঝিল আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]* [জ্ঞান]
ক 10 খ 11
গ 12 ঘ 13 **গ**

২৫০. কোন বিক্রিয়াটি খোলা পাত্রে করা হলে একমুখী হয়? (প্রয়োগ)
ক $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \longrightarrow C_2H_5OH + CH_3COOH$
খ $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$
গ $AgNO_3 + NaCl \longrightarrow NaNO_3 + AgCl$
ঘ $CuSO_4.5H_2O \longrightarrow CuSO_4.3H_2O + 2H_2O$ **খ**

২৫১. কোনটি একমুখী বিক্রিয়া? (অনুধাবন)
ক $2NO_2 \longrightarrow N_2O_4$ খ $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$
গ $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$
ঘ $CuSO_4.5H_2O \longrightarrow CuSO_4.3H_2O + 2H_2O$ **গ**

২৫২. একটি বিক্রিয়কের আদি ঘনমাত্রা 0.1 mol/L, 20 sec পরে ঘনমাত্রা 0.05 mol/L হলে বিক্রিয়ার হার কত? (উচ্চতর দক্ষতা)
ক 2.5×10^{-2} খ 2.5×10^{-3}
গ 2.5×10^{-4} ঘ 2.5×10^{-5} **খ**

২৫৩. কোন বিক্রিয়ার হার সবচেয়ে কম? *[রাজশাহী বোর্ড-২০১৫]* (অনুধাবন)
ক $CH_4 + Cl_2 \longrightarrow CH_3Cl$
খ $Na^+ + Cl^- \longrightarrow NaCl$
গ $Mg + O_2 \longrightarrow MgO$
ঘ $CuSO_4.5H_2O \longrightarrow CuSO_4 + 5H_2O$ **ক**

২৫৪. বিক্রিয়ার হার কোনটি? (অনুধাবন)
ক $\frac{\text{বিক্রিয়কের ভৌত পরিবর্তন}}{\text{ঐ পরিবর্তন সাধনে ব্যয়িত সময়}}$
খ $\frac{\text{উৎপাদের ঘনমাত্রা}}{\text{সময়}}$
গ $\frac{\text{বিক্রিয়ক বা উৎপাদের ঘনমাত্রার পরিবর্তন}}{\text{ঐ পরিবর্তন সাধনে ব্যয়কৃত সময়}}$
ঘ $\frac{\text{বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা}}{\text{সময়}}$ **গ**

২৫৫. বিক্রিয়া হারের একক কি? *[মতিঝিল আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]*
ক $mol\ dm^3s^{-1}$ খ $mol\ L^{-1}s$
গ $mol^{-1}Ls$ ঘ $mol\ dm^{-3}s^{-1}$ **ঘ**

২৫৬. যার সূত্র $R = K[A]^2$ এর ক্ষেত্রে K এর একক কী? (ঘনমাত্রার একক mol/L) (অনুধাবন)
ক s^{-1} খ $Lmol^{-1}s^{-1}$
গ $L^2\ mol^{-2}s^{-1}$ ঘ $L^2s^2\ mol^{-2}$ **খ**

২৫৭. কোনটির উপস্থিতিতে $KClO_3$ থেকে অক্সিজেন প্রস্তুতিতে বিক্রিয়া দ্রুত হয়? (অনুধাবন)
ক V_2O_5 খ MnO_2
গ Mn ঘ Pt **খ**

২৫৮. নিচের কোনটি অটো প্রভাবক? *[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]* [জ্ঞান]
ক $MnSO_4$ খ MnO_2
গ As ঘ Pb **ক**

২৫৯. ঋণাত্মক প্রভাবক কোনটি? *[কদমতলা পূর্ব বাসাবো স্কুল এন্ড কলেজ]* [অনুধাবন]
ক MnO_2 খ Mn^{2+}
গ $C_3H_8O_3$ ঘ Na_2SO_3 **গ**

২৬০. কোনটি প্রভাবক প্রমোটর হিসেবে ক্রিয়া করে? (অনুধাবন)
ক Pt খ Mo
গ MnO_2 ঘ H_3PO_4 **খ**

২৬১. ঈস্টে উপস্থিত কোন এনজাইমের প্রভাবে গ্লুকোজ হতে ইথানল উৎপন্ন হয়? (অনুধাবন)
ক ইনভারটেজ খ ইউরিয়েজ
গ অ্যামাইলেজ ঘ জাইমেজ **ঘ**

২৬২. $2SO_2 + O_2 \xrightarrow{Pt} 2SO_3$; এ বিক্রিয়ার প্রভাবক বিষ কোনটি? (অনুধাবন)
ক Pt খ Ni
গ As_2O_3 ঘ Al_2O_3 **গ**

২৬৩. তেলের হাইড্রোজিনেশন করে ডালডা তৈরির প্রভাবক কোনটি ? (অনুধাবন)
ক Pt খ Mo
গ Ni ঘ V_2O_5 **গ**

২৬৪. কোন বিক্রিয়াটি উভমুখী? (অনুধাবন)
ক $KClO_3$ এর তাপীয় বিয়োজন
খ C ও O_2 এর মধ্যে বিক্রিয়া
গ H_2 ও I_2 এর মধ্যে বিক্রিয়া
ঘ H_2 ও O_2 এর মধ্যে বিক্রিয়া **গ**

২৬৫. কোনটি সমসত্ত্ব সাম্যাবস্থার উদাহরণ? (উচ্চতর দক্ষতা)
ক $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$
খ $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$
গ $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$
ঘ $NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$ **ক**

২৬৬. বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ধ্রুবক কোনটির উপর নির্ভরশীল ?(জ্ঞান)
ক বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা খ চাপ
গ তাপমাত্রা ঘ প্রভাবক **গ**

২৬৭. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + 92.4$ kJ/mole; বিক্রিয়াটিতে তাপ প্রয়োগ করলে কী ঘটবে? (প্রয়োগ)
ⓐ সাম্যের অবস্থানের কোনো পরিবর্তন হবে না
ⓑ সাম্যের অবস্থান বামে সরে যাবে
ⓒ সাম্যের অবস্থান ডানে সরে যাবে
ⓓ বিক্রিয়া বন্ধ হয়ে যাবে — খ

২৬৮. অ্যামোনিয়া তৈরিতে প্রভাবক বিবর্ধক হিসেবে কোন ধাতু ব্যবহার করা হয়? (জ্ঞান)
ⓐ Mn ⓑ Mo
ⓒ Fe ⓓ Co — খ

২৬৯. NH_3 প্রস্তুতিতে কত চাপ প্রয়োগ করা হয়? (জ্ঞান)
ⓐ 100 atm ⓑ 300 atm
ⓒ 200 atm ⓓ 400 atm — গ

২৭০. SO_3 প্রস্তুতিতে কী প্রভাবক ব্যবহার করা হয়? (জ্ঞান)
ⓐ Mn or V_2O_5 ⓑ Pt or V_2O_5
ⓒ Pt or SO_2 ⓓ Pt or Zn — খ

২৭১. স্পর্শ প্রণালিতে H_2SO_4 উৎপাদনের সময় SO_2 এর জারিত হওয়ার শতকরা পরিমাণ কত? (প্রয়োগ)
ⓐ 80% ⓑ 85%
ⓒ 90% ⓓ 95% — ঘ

২৭২. $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$ বিক্রিয়াটির Kp–এর একক কোনটি? *[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫]* [উচ্চতর দক্ষতা]
ⓐ atm ⓑ atm^2
ⓒ atm^{-1} ⓓ atm^{-2} — ক

২৭৩. $A + 3B \rightleftharpoons 2C$ বিক্রিয়ার Kc এর একক কী? *[বরিশাল বোর্ড-২০১৫]* [উচ্চতর দক্ষতা]
ⓐ mol/L ⓑ mol^2/L^2
ⓒ L/mol ⓓ L^2/mol^2 — ঘ

২৭৪. $aA + bB \rightleftharpoons \ell L + mM$ –এ বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
ⓐ $Kc = \frac{C_A^a \times C_B^b}{C_L^\ell \times C_M^m}$ ⓑ $Kc = \frac{C_L^\ell \times C_M^m}{C_A^a \times C_B^b}$
ⓒ $Kc = \frac{C_L^\ell \times C_A^a}{C_M^m \times C_B^b}$ ⓓ $Kc = \frac{C_M^m \times C_B^b}{C_L^\ell \times C_A^a}$ — খ

২৭৫. এসিডিয় জলীয় দ্রবণে $[H^+]$ এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)
ⓐ $[H^+] = [OH^-]$ ⓑ $[H^+] \geq [OH^-]$
ⓒ $[H^+] > [OH^-]$ ⓓ $[OH] > [H^+]$ — গ

২৭৬. নিচের কোনটি শক্তিশালী এসিড? *[কদমতলা পূর্ব বাসাবো স্কুল এন্ড কলেজ]* [অনুধাবন]
ⓐ H_2SO_4 ⓑ H_3PO_4
ⓒ HNO_3 ⓓ $HClO_2$ — ক

২৭৭. কোনটি সবচেয়ে দুর্বল অ্যাসিড? (অনুধাবন)
ⓐ CH_3-COOH ⓑ HCN
ⓒ $HClO_4$ ⓓ HNO_3 — খ

২৭৮. অক্সি অম্লের তীব্রতার ক্ষেত্রে কোন নির্দেশনাটি সঠিক? *[সিলেট বোর্ড-২০১৫]* [অনুধাবন]
ⓐ $HClO_3 > HNO_2 > HClO$
ⓑ $HNO_3 > H_3PO_3 > H_2SO_3$
ⓒ $H_3PO_3 > HNO_2 > HClO$
ⓓ $HNO_2 > H_2SO_3 > HClO$ — ক

২৭৯. দুর্বল অম্লের ক্ষেত্রে বিয়োজন মাত্রা α = ? (জ্ঞান)
ⓐ $\sqrt{\frac{K_b}{c}}$ ⓑ $\sqrt{\frac{K_a}{c}}$
ⓒ $\sqrt{K_a c}$ ⓓ $\sqrt{\frac{c}{K_a}}$ — খ

২৮০. মানুষের রক্তের pH কত? *[ঢাকা বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
ⓐ 9.4 ⓑ 8.3
ⓒ 7.4 ⓓ 6.4 — গ

২৮১. 1% NaOH দ্রবণের pH কত? *[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫]* [প্রয়োগ]
ⓐ 0.6 ⓑ 1.0
ⓒ 13.0 ⓓ 13.4 — ঘ

২৮২. 0.05 M H_2SO_4 দ্রবণের pH কত? *[কুমিল্লা বোর্ড-২০১৫]* [প্রয়োগ]
ⓐ 1 ⓑ 1.88
ⓒ 2.3 ⓓ 3.5 — ক

২৮৩. 0.05 mol dm^{-3} H_2SO_4 দ্রবণের pH কত? *[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৫]* [প্রয়োগ]
ⓐ 0.05 ⓑ 0.1
ⓒ 0.5 ⓓ 1.0 — ঘ

২৮৪. $FeCl_3$ এর জলীয় দ্রবণের pH কত হবে? *[বরিশাল বোর্ড-২০১৫]* [প্রয়োগ]
ⓐ > 7 ⓑ < 7
ⓒ = 7 ⓓ 0 — খ

২৮৫. 0.01M NaOH দ্রবণের pH কত? *[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]* [প্রয়োগ]
ⓐ 1 ⓑ 2
ⓒ 12 ⓓ 13 — গ

২৮৬. দু'টি অম্লীয় দ্রবণের pH যথাক্রমে 3.0 এবং 6.0 প্রথম দ্রবণটি দ্বিতীয়টি অপেক্ষা কতগুণ অম্লীয়? *[সিলেট বোর্ড-২০১৫]* [উচ্চতর দক্ষতা]
ⓐ 50 ⓑ 100
ⓒ 1000 ⓓ 10,000 — গ

২৮৭. মৃদু অম্ল ও মৃদু ক্ষার টাইট্রেশনের উপযুক্ত নির্দেশক কোনটি? (অনুধাবন)
ⓐ মিথাইল ইয়োলো ⓑ ব্রোমোফেনল
ⓒ মিথাইল রেড
ⓓ কোনো উপযুক্ত নির্দেশক নেই — ঘ

২৮৮. একটি বীকারে কিছু NaOH দ্রবণ নিয়ে এতে কয়েক ফোঁটা মিথাইল রেড যোগ করা হলে কী বর্ণ ধারণ করবে? (প্রয়োগ)
ⓐ লাল ⓑ হলুদ
ⓒ কালো ⓓ গোলাপি — খ

২৮৯. H_3CCOOH এর K_a =? (প্রয়োগ)
ⓐ 2.5×10^{-4} ⓑ 9.1×10^{-8}
ⓒ 1.8×10^{-5} ⓓ 1.7×10^{-1} — গ

২৯০. প্রশমন বিক্রিয়ায় কোনটি ঘটে? (অনুধাবন)
ক) তাপ শোষিত হয় খ) তাপ নির্গত হয়
গ) ΔH ধনাত্মক হয় ঘ) $\Delta V = 0$ খ

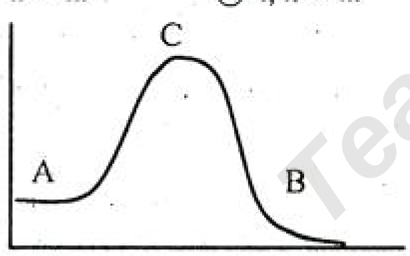
২৯১. তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারকের প্রশমন তাপের মান কত? [বরিশাল বোর্ড-২০১৬] [জ্ঞান]
ক) –57.34kJ/mol খ) –55.26kJ/mol
গ) –66.8kJ/mol ঘ) –12.6kJ/mol ক

২৯২. নিচের কোনটি উভধর্মী? [সিলেট বোর্ড-২০১৬] [অনুধাবন]
ক) NH_3 খ) HCO_3^-
গ) H_3O^+ ঘ) CO_3^{2-} খ

২৯৩. পাকস্থলিতে pH মান সাধারণত কত? (জ্ঞান)
ক) 1.4–2.4 খ) 2.4 – 3.4
গ) 3.4 –4.4 ঘ) 4.4 –5.4 ক

২৯৪. কোন বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক এবং উৎপাদক যদি স্থির থাকে তবে বিক্রিয়াটি এক ধাপে ঘটুক বা একাধিক ধাপে ঘটুক না কেন, মোট তাপশক্তির পরিবর্তন সর্বদা সমান হবে। এটি কোন সূত্র? (জ্ঞান)
ক) রাউল্টের সূত্র
খ) হেস-এর তাপ সমষ্টিকরণ সূত্র
গ) ফ্যারাডের সূত্র
ঘ) ল্যাভয়সিয়ে ও ল্যাপলাসের সূত্র খ

২৯৫. আর্দ্র কপার সালফেটের তাপীয় বিয়োজন— (প্রয়োগ)
i. একমুখী বিক্রিয়া ii. উভমুখী বিক্রিয়া
iii. অসম্পূর্ণ বিক্রিয়া
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii গ

২৯৬.


বিক্রিয়ার গতি হার হ্রাস পায় যদি — [উচ্চতর দক্ষতা] [ইসলামিয়া বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ, চট্টগ্রাম]
i. A ও B অপরিবর্তিত থাকে
ii. B এর মান A অপেক্ষা বৃদ্ধি পায়
iii. B এর মান হ্রাস পেয়ে A অপেক্ষা কম হয়
কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) ii ও iii
গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii খ

২৯৭. বিক্রিয়ার হার — (অনুধাবন)
i. $\frac{dx}{dt}$ ii. $\frac{dc}{dt}$
iii. $\frac{dx}{dc}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ক

২৯৮. $2KClO_3 \xrightarrow{MnO_2} 2KCl + 3O_2$; এ বিক্রিয়াটিতে MnO_2— (অনুধাবন)
i. ভর ও ধর্মে অপরিবর্তিত থাকে
ii. এটি বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করে
iii. সূক্ষ্ম কণা অবস্থায় ক্রিয়াশীলতা বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ঘ

২৯৯. সাম্যাবস্থায় কোনো বিক্রিয়া— [রাজশাহী বোর্ড-২০১৬] [অনুধাবন]
i. সিস্টেম অপরিবর্তনে কখনো শেষ হয় না
ii. সর্বদা গতিশীল
iii. উৎপাদ উৎপন্ন হয় না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) ii ও iii
গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii ক

৩০০. সাম্যের অবস্থান পরিবর্তনের নিয়ামক হলো— (অনুধাবন)
i. ঘনমাত্রা ii. তাপমাত্রা
iii. চাপ
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ঘ

৩০১. স্থির তাপমাত্রায় আয়তন পরিবর্তনের দ্বারা যে সাম্যাবস্থাটি প্রভাবিত হবে — (প্রয়োগ)
i. $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C_2H_6(g)$
ii. $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g) + 6H_2O(l)$
iii. $SO_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons NO_2(g) + SO_2(g)$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ক

৩০২. $PCl_5 \rightleftharpoons PCl_3 + Cl_2$; এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে— (অনুধাবন)
i. সাম্যধ্রুবকের মান প্রাথমিক গাঢ়ত্বের উপর নির্ভর করে না
ii. বিপরীত বিক্রিয়ার সাম্যধ্রুবক $\frac{1}{K'p}$
iii. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় চাপের বৃদ্ধিতে সাম্যধ্রুবক একই থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii ঘ

৩০৩. K_d ও K_w এর মধ্যে সম্পর্কের ক্ষেত্রে— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. $K_w \geq K_d$ ii. $K_w \neq K_d$
iii. $K_w = K_d \times 55.55$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii গ

৩০৪. সোডিয়াম অ্যাসিটেট দ্রবণে সামান্য অম্ল ও ক্ষার যোগ করলে p^H পরিবর্তিত হয় না, এক্ষেত্রে যে সমীকরণসমূহ সমর্থন করে—(উচ্চতর দক্ষতা)

i. $pH = p^{ka} - \log\frac{[অম্ল]}{[লবণ]}$

ii. $pH = p^{ka} - \log\frac{[লবণ]}{[অম্ল]}$

iii. $pH = p^{ka} + \log\frac{[লবণ]}{[অম্ল]}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii **খ**

৩০৫. HF (aq) + NaOH (aq) ⟶ NaF (aq) + H_2O (ℓ); এ বিক্রিয়ায়— (অনুধাবন)

i. বিক্রিয়া তাপ 68 kJ/mol.

ii. উপস্থিত HF এ F^- আয়নের চার্জঘনত্ব বেশি থাকে

iii. প্রশমন বিক্রিয়া ঘটেছে

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii **ঘ**

৩০৬. স্থির চাপে বিক্রিয়া তাপ সমান —*মিতিউদিন আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা* [অনুধাবন]

i. ΔE ii. ΔH

iii. ΔG

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ⓚ ii

ⓖ iii ⓖ i, ii ও iii **[illegible]**

৩০৭. প্রশমন বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে —*নেত্রকোণা সরকারী কলেজ নেত্রকোণা* [অনুধাবন]

i. ΔH = –Ve ii. ΔH = 0

iii. $U_P < U_R$

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii **খ**

৩০৮. HF + MOH ⟶ $H^+ + F^- + M^+ + OH^-$; বিক্রিয়াটির প্রশমন তাপ বৃদ্ধি পাওয়ার কারণ — (অনুধাবন)

i. প্রশমন তাপের সাথে F^- আয়নের পানি যোজন তাপের সমষ্টিকরণ

ii. HA ও MOH^- এর সম্পূর্ণ বিয়োজন

iii. F^- আয়নের উচ্চ চার্জ ঘনত্ব

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii **খ**

৩০৯. হেসের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায় — (অনুধাবন)

i. বিক্রিয়া তাপ

ii. দ্রুতগতি বিক্রিয়ার তাপ পরিবর্তন

iii. ধীরগতির তাপ পরিবর্তন

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii **ঘ**

৩১০. তাপোৎপাদী বিক্রিয়া হলো— *[ঢাকা বোর্ড-২০১৫]* [উচ্চতর দক্ষতা]

i. A + B + তাপ ⟶ উৎপাদ

ii. L + M → উৎপাদ + তাপ

iii. X + Y → উৎপাদ; ΔH = –ve

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii **গ**

৩১১. Cu(s) = ½ O_2(g) → CuO(s); বিক্রিয়াটিতে 157 kJ $mole^{-1}$ তাপ উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি বিপরীত দিকে সংঘটনের ক্ষেত্রে— (অনুধাবন)

i. বিক্রিয়াটিতে তাপ উৎপন্ন হবে

ii. বিক্রিয়াটি তাপ শোষিত হবে

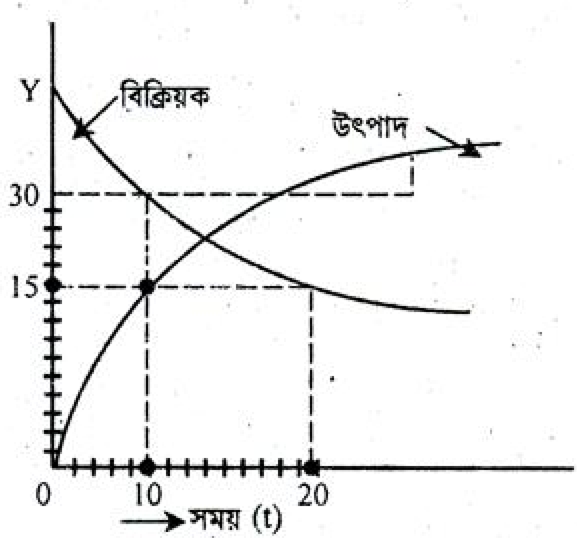
iii. ΔH এর মান ধনাত্মক হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii

ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii **গ**

লেখচিত্রটি দেখে ৩১২ ও ৩১৩নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



৩১২. Y-অক্ষে অবস্থিত মানগুলো কী নির্দেশ করে? (অনুধাবন)

ⓚ বিক্রিয়ার গতিবেগ ⓚ মোলার ঘনমাত্রা

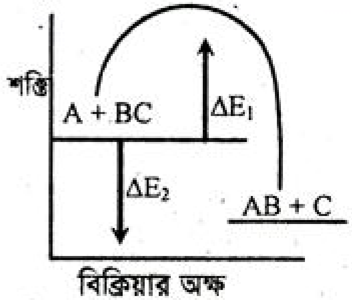
ⓖ চাপ ⓖ তাপমাত্রা **খ**

৩১৩. উপরিউক্ত গ্রাফের আলোকে বিক্রিয়ার গড় গতিবেগ কত হবে? (প্রয়োগ)

ক 1.0　খ 1.5

গ 2.0　ঘ 2.5　**খ**

উদ্দীপকটি পড়ে ৩১৪ ও ৩১৫নং প্রশ্নের উত্তর দাও।



৩১৪. বিক্রিয়াটিতে সক্রিয়ন শক্তি কোনটি?
/দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫/ [অনুধাবন]

ক ΔE_1　খ ΔE_2

গ $\Delta E_1 + \Delta E_2$　ঘ $\Delta E_1 - \Delta E_2$　**ক**

৩১৫. উদ্দীপকের কতিপয় তথ্য নিম্নরূপ—
/দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫/ [উচ্চতর দক্ষতা]

i. এনথালপির পরিবর্তন হল ΔE_2
ii. বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী
iii. বিক্রিয়কের শক্তি > উৎপাদের শক্তি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii　খ i ও iii

গ ii ও iii　ঘ i, ii ও iii　**ঘ**

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৩১৬-৩১৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

0.1M CH_3COOH এর বিয়োজন ধ্রুবক 1.85×10^{-5}।

৩১৬. দ্রবণটির pH কত? (প্রয়োগ)

ক 2.8665　খ 2.6685

গ 2.5866　ঘ 2.6858　**ক**

৩১৭. উল্লেখিত দ্রবণটি এর বিয়োজনে —
(উচ্চতর দক্ষতা)

i. সম্পূর্ণ বিয়োজিত হয়
ii. সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয়
iii. CH_3COOH দুর্বল এসিড

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii　খ i ও iii

গ ii ও iii　ঘ i, ii ও iii　**ঘ**

৩১৮. অ্যাসিডের তীব্রতা বেশি হবে যদি — (অনুধাবন)

i. বিয়োজন ধ্রুবক (K_a) এর মান বেশি হয়
ii. হাইড্রাসিডসমূহের অণুস্থ ঋণাত্মক আয়নের আকার যত বেশি হয়
iii. কেন্দ্রীয় পরমাণুর চার্জ ঘনত্ব যত বেশি হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii　খ i ও iii

গ ii ও iii　ঘ i, ii ও iii　**ঘ**

৩১৯. তীব্রতার ক্রমানুসারে কোনটি সঠিক? /বিয়াম স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর/ [অনুধাবন]

i. $HClO_4 > H_2SO_4 > HNO_3$
ii. $HNO_3 > H_3PO_4 > HClO_2$
iii. $H_2SO_4 > H_3PO_4 > HNO_2$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii　খ i ও iii

গ ii ও iii　ঘ i, ii ও iii　**ঘ**

নিচের বিক্রিয়াসমীকরণ লক্ষ কর এবং ৩২০ ও ৩২১নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

$BOH \rightleftharpoons B^+ + OH^-$; বিক্রিয়াটিতে ক্ষারটির জলীয় দ্রবণে প্রারম্ভিক গাঢ়ত্ব C mol/litre এবং সাম্যাবস্থায় বিয়োজন মাত্রা α.

৩২০. সাম্যাবস্থায় B^+ এর মোলার গাঢ়ত্ব কত হবে? (অনুধাবন)

ক $C(1-\alpha)$　খ $C(1+\alpha)$

গ $C\alpha$　ঘ 0　**গ**

৩২১. সাধারণ গাঢ়ত্বের দ্রবণে বিয়োজন মাত্রার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)

ক $K_b = \alpha C$　খ $K_b = \alpha C^2$

গ $\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C}}$　ঘ $\alpha = \sqrt{K_b} \times \frac{1}{C}$　**গ**

নিচের বিক্রিয়া সমীকরণগুলো লক্ষ কর এবং ৩২২-৩২৩ নং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

$A(s) + B_2(s) \longrightarrow A_2B_6;\ \Delta H = -84.67$ kJ
$A(s) \longrightarrow A(g);\ \Delta H = +710.70$ kJ
$B_2(s) \longrightarrow B_2(g);\ \Delta H = +435.90$ kJ

৩২২. প্রদত্ত বিক্রিয়াটিতে উৎপাদ গঠনকালে — (উচ্চতর দক্ষতা)

i. 3টি B_2 অণুর 3টি B–B বন্ধন ভাঙে
ii. উৎপাদটিতে 1টি A–A বন্ধন সৃষ্টি হয়
iii. A_2B_6-এ 6টি A–B বন্ধন গড়ে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii　খ i ও iii

গ ii ও iii　ঘ i, ii ও iii　**ঘ**

৩২৩. A–A বন্ধন এনথালপি কত? (প্রয়োগ)

ক 138.43 kJ/mole　খ 317.77 kJ/mole

গ 238.43 kJ/mole　ঘ 217.77 kJ/mole　**ঘ**

নিচের বিক্রিয়াসমীকরণটি লক্ষ কর এবং ৩২৪-৩২৫নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

$CH_4(g) + 2O_2(g) = X + 2H_2O(\ell);\ \Delta H = -890.35$kJ.

৩২৪. X যৌগটির সংকেত কোনটি? (অনুধাবন)

ক H_2　খ O_2

গ CO_2　ঘ H_2O_2　**গ**

৩২৫. বিক্রিয়াটি বিপরীতমুখী হলে বিক্রিয়া তাপ কত হবে? (প্রয়োগ)

ক 890.35 kJ　খ –890.35 kJ

গ 445.18 kJ　ঘ –445.18 kJ　**ক**

প্রশ্ন ▶ ১

বিকারক	উৎপন্ন দ্রব্য
কস্টিক সোডা	পরিষ্কারক A
অ্যামোনিয়া দ্রবণ	পরিষ্কারক B

[ঢা. বো. ২০১৭]

ক. সাসপেনশন কী? ১
খ. খাদ্য নিরাপত্তায় রসায়নের ভূমিকা ব্যাখ্যা করো। ২
গ. 'A' এর পরিষ্কারকরণ কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. টয়লেট ক্লিনার হিসাবে 'B' ব্যবহার করা যাবে কী? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

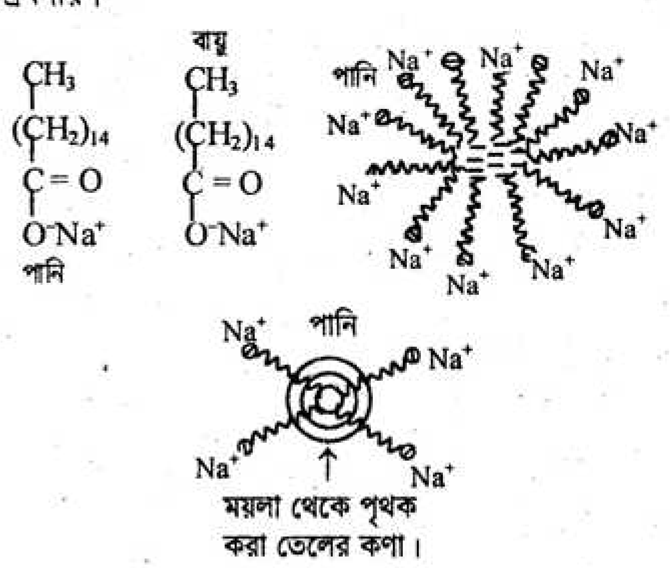
ক অসমসত্ত্বীয় মিশ্রণে অদ্রবণীয় পদার্থের কণাগুলোর আকার 500 nm এর চেয়ে বড় হলে এক প্রকার অস্থায়ী কলয়েড সৃষ্টি হয়, এরূপ মিশ্রণকে সাসপেনশন বলে।

খ খাদ্য নিরাপত্তায় রসায়নের ভূমিকা অপরিসীম। মানুষসহ সকল প্রাণী প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে খাদ্যের জন্য উদ্ভিদের উপর নির্ভরশীল। উদ্ভিদ সালোকসংশ্লেষণের মাধ্যমে খাবার তৈরি করে। যা একটি জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া। এছাড়াও উদ্ভিদের বৃদ্ধি তরান্বিত করার জন্য বিভিন্ন রাসায়নিক সার মাটিতে প্রয়োগ করা হয়। আবার শাক, সবজি, ফলমূল ইত্যাদি পঁচনশীল খাদ্য। বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করে এসব খাদ্য বহুদিন সংরক্ষণ করা যায়। তাই বলা যায় খাদ্যদ্রব্য বাজারজাত করণেও রসায়ন গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। সুতরাং, খাদ্য নিরাপত্তায় রসায়নের ভূমিকা অপরিসীম।

গ এখানে পরিষ্কারক A হলো কস্টিক সোডা যা টয়লেট ক্লিনার হিসেবে অধিক ব্যবহৃত হয়। টয়লেটের ময়লার তেল ও চর্বির সাথে NaOH বিক্রিয়া করে সাবান ও গ্লিসারিন উৎপন্ন করে।

$$\begin{array}{l} CH_2-COOR \\ | \\ CH-COOR \\ | \\ CH_2-COOR \end{array} + 3\,NaOH \rightarrow \begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array} + \underset{\text{সাবান}}{3R-COONa}$$

উৎপন্ন সাবানের অণুতে পোলার কার্বক্সিলেট আয়নে হাইড্রোফিলিক প্রান্ত এবং অপোলার অ্যালকাইল মূলকে লিপোফিলিক প্রান্ত থাকে। এই হাইড্রোফিলিক প্রান্ত পানিতে দ্রবণীয় এবং লিপোফিলিক প্রান্ত তেল বা চর্বিতে দ্রবণীয়।



চিত্র: ধৌত কার্যে সাবানের ক্রিয়া-কৌশল।

ফলে লিপোফিলিক প্রান্ত তেল বা চর্বিকে ঘিরে ফেলে এবং হাইড্রোফিলিক প্রান্ত বাহিরে থাকে।

এভাবেই NaOH এর সাথে তেল, চর্বির বিক্রিয়ায় উৎপন্ন সাবানের হাইড্রোলিক এবং লিপোফিলিক প্রান্ত পরিষ্কারকরণে ভূমিকা রাখে এবং NaOH এর তীব্র ক্ষয়কারী ভূমিকার কারণে এটি টয়লেট ক্লিনার হিসেবে উপযোগী।

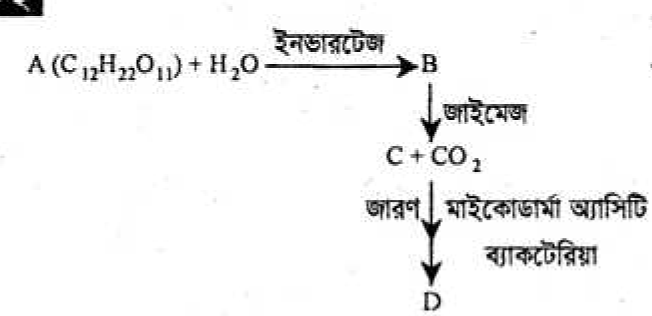
ঘ প্রদত্ত পরিষ্কারক A ও পরিষ্কারক B উভয়ই পরিষ্কার কাজে ব্যবহৃত হয়। তবে পরিষ্কারক A এর উপাদান NaOH তীব্র পরিষ্কারক বিধায়, এটি টয়লেটের গন্ধ দূর করে এবং টাইলস বা ফ্লোরকে মসৃণ ও চকচকে করে তোলে। এছাড়াও টয়লেটে বিভিন্ন ধরনের রোগ জীবাণু, ভাইরাস, ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক ইত্যাদি বিদ্যমান থাকে। পরিষ্কারক A তে বিদ্যমান ভিনেগার ও বোরাক্স ব্যাকটেরিয়া ও ছত্রাক ধ্বংস করে টাইলস বা ফ্লোরকে জীবাণুমুক্ত করে।

অপরদিকে পরিষ্কারক B এর বিকারক অ্যামোনিয়া একটি মৃদু পরিষ্কারক। এটি সাধারণত গ্লাস ক্লিনার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। কেননা গ্লাসের ক্ষেত্রে NaOH ব্যবহার করা যায় না। কারণ NaOH গ্লাসের উপাদান সিলিকার সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সিলকেট উৎপন্ন করে কাঁচকে ক্ষয় করে। কিন্তু NH_3, সিলিকার সাথে এরূপ কোনো বিক্রিয়া করে না।

$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

উপরের বর্ণিত আলোচনার যৌক্তিকতার ভিত্তিতে বলা যায় টয়লেট পরিষ্কারক হিসেবে শক্তিশালী পরিষ্কারক A ব্যবহার করা হলেও মৃদু পরিষ্কারক B ব্যবহার করা হয় না।

প্রশ্ন ▶ ২



[ঢা. বো. ২০১৬]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১
খ. গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না কেন? ২
গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াগুলো লেখো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের A ও D এর খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ কৌশল একই প্রকৃতির কিনা— বিশ্লেষণ করো। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ার সাহায্যে কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে (colloid) উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা তথা NaOH ব্যবহার করা হয় না, কারণ গ্লাসের প্রধান উপাদান SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

ফলে গ্লাস ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এই কারণে গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না।

গ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ :

$$A\,(C_{12}H_{22}O_{11}) + H_2O \xrightarrow[\text{(আর্দ্র বিশ্লেষণ)}]{\text{ইনভারটেজ}} C_6H_{12}O_6\,(B) + C_6H_{12}O_6$$

গ্লুকোজ   ফ্রুক্টোজ

$$C_6H_{12}O_6\,(B) \xrightarrow{\text{জাইমেস}} CH_3CH_2OH\,(C) + CO_2$$

গ্লুকোজ   ইথানল

$$2CH_3CH_2OH(C) + 2O_2 \xrightarrow{\text{মাইকোডার্মা এসিটি ব্যাকটেরিয়া}} 2CH_3COOH + H_2O$$

অ্যাসিটিক এসিড

ঘ প্রদত্ত A যৌগটি চিনি এবং D যৌগটি ভিনেগার। চিনি ও ভিনেগার উভয়ই প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভ হিসেবে ব্যবহৃত হলেও এদের খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ কৌশল একই প্রকৃতির নয়।

কারণ চিনি দ্বারা খাদ্যবস্তু সংরক্ষণ চিনির ঘনমাত্রার ওপর নির্ভর করে। শর্করা যেমন, আটা বা চালের গুঁড়া দিয়ে তৈরি খাদ্যবস্তুকে চিনির সিরাপে বা 65–70% চিনির দ্রবণে ডুবিয়ে নিলে ঐ খাদ্যবস্তু দীর্ঘদিন অবিকৃত থাকে। ব্যাকটেরিয়া কোষের মধ্যস্থ জলীয় অংশকে চিনির গাঢ় দ্রবণ অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় শুষে নেয়। ফলে ব্যাকটেরিয়া বিনষ্ট হয়।

অপরদিকে অ্যাসিটিক এসিড CH_3COOH এর 6–10% জলীয় দ্রবণ হলো ভিনেগার। আমরা জানি যে pH যত কম হয় ততই ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়ার বংশ বিস্তারও হ্রাস পায়। অর্থাৎ সামান্য H^+ এর উপস্থিতিতে ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়া বেঁচে থাকতে পারে না। তাই ভিনেগার যা প্রধানত অ্যাসিটিক এসিড নিম্নোক্তভাবে ক্রিয়া করে–

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

জীবন্ত ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়া + H^+ ⟶ মৃত/নিষ্ক্রিয় ব্যাকটেরিয়া

অতএব, উপরোক্ত আলোচনা থেকে এ কথা স্পষ্ট যে চিনি ও ভিনেগার এর খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ কৌশল ভিন্ন প্রকৃতির।

প্রশ্ন ▶ ৩ কয়েক শতাব্দী ধরে একটি অম্লীয় তরল আমাদের দেশে গৃহিণীদের নিকট জনপ্রিয় খাদ্য সংরক্ষক হিসাবে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। সংরক্ষকটি অ্যালকোহলের এনজাইম প্রভাবিত জারণে তৈরি হয়।

[ঢা. বো. ২০১৫]

ক. জিটেক্স গ্লোভস কী? ১

খ. প্রতিপ্রভা কীভাবে সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. সংরক্ষকটি কীভাবে প্রস্তুত করা যায়— উদ্দীপকের আলোকে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের সংরক্ষকটির খাদ্য সংরক্ষণের কৌশল বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জিটেক্স গ্লাভস হলো এক ধরনের হাতের প্রতিরক্ষাকারক, যা ছোটোখাটো জ্বলন্ত বস্তু নিয়ে কাজ করার সময় ব্যবহার করতে হয়।

খ কতিপয় পদার্থের উপর উচ্চ শক্তিসম্পন্ন অতি বেগুনি রশ্মি (UV) আপতিত হয়ে অণু কর্তৃক নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য শোষিত হয় এবং এটি উত্তেজিত অবস্থানে চলে যায়। এতে অণুটির ইলেকট্রনীয় ধাপান্তর ঘটে।

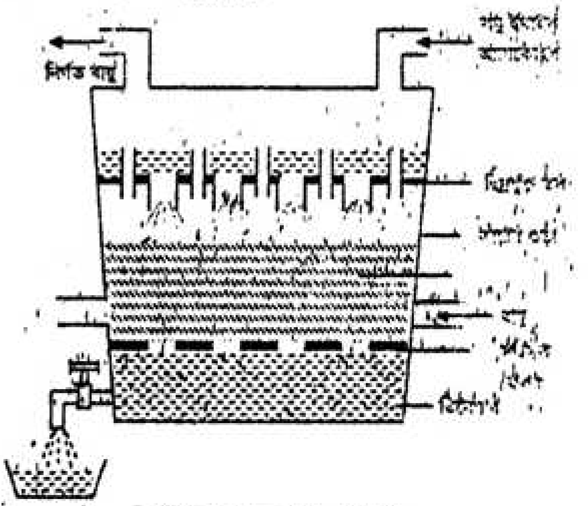
ইলেকট্রনীয় ধাপান্তরে অণুটি কম্পনীয় শক্তিস্তরে কম্পন করতে থাকে। কম্পনীয় শক্তিস্তরে অণুর মধ্যে সংঘর্ষের ফলে কিছুটা কম্পনীয় শক্তি হারিয়ে এটি উত্তেজিত ইলেকট্রনীয় শক্তির নিম্নতম কম্পনীয় শক্তিস্তরে অবনমিত হয়। পরবর্তীতে অণুটি এই স্তর থেকে নিম্নতর ইলেকট্রনীয় শক্তিস্তরে অবনমিত হলে দৃশ্যমান আলো বিকিরিত হয়।

অণু কর্তৃক অতিবেগুনী রশ্মি শোষণ করে দৃশ্যমান আলো বিকিরণের এই প্রক্রিয়াকে প্রতিপ্রভা বলে।

গ উল্লেখিত সংরক্ষকটি ইথানয়িক এসিডের 6–10% জলীয় দ্রবণ অর্থাৎ ভিনেগার।

ইথাইল অ্যালকোহলের 10% জলীয় দ্রবণকে 'মাইকোডার্মা অ্যাসিটি' নামক ব্যাকটেরিয়ার উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে ভিনেগার প্রস্তুত করে। সংঘটিত বিক্রিয়াটি হলো–

$$CH_3CH_2OH + O_2(g) \xrightarrow[\text{অ্যাসিটি}]{\text{মাইকোডার্মা}} CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$



চিত্র: ভিনেগার প্রস্তুতি

প্রণালী: বহু ছিদ্র বিশিষ্ট দু'তাক যুক্ত একটি বৃহদাকার কাঠের পিপা নেয়া হয়। ঐ তাক দুটির মাঝখানে নরম বীচ কাঠের গুঁড়া ভর্তি করে 'মাইকোডার্মা অ্যাসিটি' নামক ব্যাকটেরিয়া যুক্ত লঘু অ্যাসিটিক এসিড দ্বারা ঐ কাঠের গুঁড়া ভিজিয়ে রাখা হয়। পরে ব্যাকটেরিয়া বৃদ্ধির সহায়ক $(NH_4)_3PO_4$ ও $(NH_4)_2SO_4$ লবণ মিশ্রিত করে 10% ইথানলের জলীয় দ্রবণ পিপার ওপর দিকের কাঠের গুঁড়ার মধ্যে সূক্ষ্ম ধারায় স্প্রে করা হয় এবং 35°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত বায়ুকে নিচের দিক থেকে কাঠের গুঁড়ার মধ্যে চালনা করা হয়। এতে ব্যাকটেরিয়ার প্রভাবে ইথানল বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে 6 – 10% অ্যাসিটিক এসিডের জলীয় দ্রবণ উৎপন্ন করে। অবশেষে পিপার তলদেশের নির্গমন পথ দিয়ে 6–10% ইথানয়িক এসিডের জলীয় দ্রবণ সংগ্রহ করা হয়, যা ভিনেগার নামে পরিচিত।

ঘ প্রদত্ত খাদ্য সংরক্ষকটি ভিনেগার যা ইথানয়িক এসিডের 6–10% জলীয় দ্রবণ।

অণুজীবের আক্রমণে খাদ্যদ্রব্যের গুণাগুণ বিনষ্ট হয়। খাদ্য দ্রব্যকে অণুজীবের হাত থেকে রক্ষা করতে হলে দুটি প্রধান পদক্ষেপ গ্রহণ করতে হয়—

i. অণুজীবের বিকাশ ও বৃদ্ধি রহিতকরণ।

ii. অণুজীবের এনজাইমের কার্যকারিতা বিনষ্টকরণ।

ভিনেগারের অম্লীয় পরিবেশ দ্বারা খাদ্য দ্রব্যের pH মান কমে যায় এবং এ পরিবেশে কোনো অণুজীবের বংশ বৃদ্ধি সম্ভব হয় না।

এছাড়াও, অম্লীয় পরিবেশের মাধ্যমে খাদ্য বিনষ্টকারী অণুজীবের এনজাইমের কার্যকারিতা হ্রাস পায়। অণুজীবের এনজাইমসমূহের কার্যকারিতার জন্য অত্যানুকূল pH এর মানের প্রয়োজন। সাধারণত অধিকাংশ এনজাইমের অত্যানুকূল pH মান 6.5 – 7.5 এর পরিসরে বিরাজ করে। এছাড়া ঈস্ট ও ব্যাকটেরিয়ার বিরুদ্ধে ভিনেগার একটি কার্যকর সংরক্ষক।

যেহেতু, ভিনেগার খাদ্যপণ্যের জলীয় পরিবেশের pH মান হ্রাস করে, তাই এ পরিবেশটি অণুজীবের বিকাশ ও বৃদ্ধির পক্ষে সহায়ক নয়। প্রকৃতপক্ষে অণুজীবের বিকাশের প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টির মূল কারণ হলো অবিয়োজিত অ্যাসিটিক এসিডের পরিমাণ। pH এর মান হ্রাস পেলে এসিটিক এসিডের অবিয়োজিত অংশের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। দেখা গেছে যে, pH মান 7.0 এ এর পরিমাণ 1% এরও কম। অথচ, pH = 3 মানে এ মান প্রায় 98%।

অবিয়োজিত অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH) অণুজীবের কোষ দেয়াল দিয়ে সহজেই অতিক্রম করতে পারে। সাইটোপ্লাজমের উচ্চ pH মানে অ্যাসিটিক এসিড হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ও অ্যাসিটেট আয়নে (CH_3COO^-) বিয়োজিত হয়;

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

অণুজীবের সাইটোপ্লাজমে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ায় এর অভ্যন্তরীণ pH মান হ্রাস পায়। এর ফলে প্রয়োজনীয় এনজাইম সিস্টেম ক্ষতিগ্রস্ত হয় এবং পরিণামে কোষের মৃত্যু ঘটে। অ্যাসিটেট অ্যানায়নটিও এন্টিমাইক্রোবিয়াল কার্যকারিতা প্রদর্শন করে।

প্রশ্ন ▶ ৪

ফলমূল শাক-সবজি	প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভ দ্বারা সংরক্ষিত খাদ্য	কৃত্রিম প্রিজারভেটিভ দ্বারা সংরক্ষিত খাদ্য
A	B	C

[রা. বো. ২০১৭]

ক. কলয়েড কী? ১

খ. R_f এর মান 1 এর চেয়ে কম কেন? ২

গ. "A" এর কৌটাজাতকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা করো। ৩

ঘ. B এবং C খাদ্যের মধ্যে কোনটি স্বাস্থ্যের জন্য অধিক নিরাপদ ব্যাখ্যা করো। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অসমসত্ত্বীয় মিশ্রণে অদ্রবণীয় পদার্থের কণাগুলোর আকার প্রায় 2-500nm হলে এবং সর্বত্র সমভাবে বিরাজ করলে এরূপ মিশ্রণকে কলয়েড বলে।

খ R_f হলো উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত।

$$R_f = \frac{\text{উপাদান কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}}$$

R_f এর মান সর্বদা 1 অপেক্ষা কম হবে কেননা কোন যৌগ দ্রাবক অপেক্ষা অধিক পথ অতিক্রম করতে পারে না। আবার R_f এর মান সর্বনিম্ন শূন্যও হতে পারে।

গ প্রদত্ত 'A' হলো ফলমূল ও শাকসবজি। এদের কৌটাজাতকরণ পদ্ধতি নিম্নে বর্ণনা করা হলো–

১. নির্জীবকরণ: খাদ্য সংরক্ষণের পাত্র ও ঢাকনা $\frac{১}{২}$ ঘণ্টা ফুটিয়ে নির্জীব করতে হবে। সংরক্ষণের কাজে ব্যবহৃত চামচ, ছুরি ট্রে ইত্যাদিকেও একইভাবে নির্জীব করে নিতে হবে।

২. কাঁচামাল সংগ্রহ: আকৃতি ও বর্ণে সুন্দর, সতেজ ও নিখুঁত কাঁচামাল (ফলমূল, শাকসবজি) সংগ্রহ করতে হবে।

৩. ধৌতকরণ: পরিষ্কার জীবাণুমুক্ত পানি দ্বারা খাদ্য ধুয়ে নিতে হবে।

৪. খোসা-বর্জ্য অপসারণ: শাক-সবজির অপ্রয়োজনীয় অংশ, ফলের খোসা ইত্যাদির অভক্ষণীয় উপাদান অপসারণ করতে হবে।

৫. ব্লাঞ্চিং: ফুটন্ত পানিতে বা সদ্যপ্রস্তুত স্টীমে খাদ্য টুকরাগুলো ৫-১০ মিনিট তাপ দেওয়া হয়। এই প্রক্রিয়ার নাম ব্লাঞ্চিং। অধিক পাকা ফলের ক্ষেত্রে ব্লাঞ্চিং করা যাবে না।

৬. কৌটা ভর্তিকরণ: নির্জীব করা পাত্রে খাদ্যের টুকরোগুলো বসাতে হবে।

৭. একজস্টিং: কৌটা সিল করার পূর্বে খাদ্যকে আবার তাপ দিতে হবে। এ ধাপকে একজস্টিং বলা হয়।

৮. সীলিং: একজস্টিং এর সাথে সাথে কৌটার ঢাকনা লাগিয়ে দ্রুত সিল করতে হবে। সিলিং যেন সম্পূর্ণ বায়ুরোধী হয় সেদিকে লক্ষ্য রাখতে হবে।

৯. রিটর্টিং: এসিডবিহীন খাদ্য 121°C তাপমাত্রায় 2 ঘণ্টা এবং এসিডিক খাদ্য 100°C তাপমাত্রায় 30 মিনিট তাপ দিতে হবে।

১০. শীতলীকরণ: রিটর্টিং এর পর গরম ক্যান ঠাণ্ডা করে কক্ষ তাপমাত্রায় আনতে হবে।

১১. লেবেলিং: সবশেষে কৌটার বাইরে খাদ্যের নাম, উপাদানের নাম ও পরিমাণ, ব্যবহারের সর্বশেষ তারিখ ও অন্যান্য তথ্য ছাপাতে হবে।

১২. প্রস্তুতকৃত কৌটা গুদামে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও আর্দ্রতায় সংরক্ষণ করা হয়। যেখান থেকে পরবর্তিতে বাজারজাত করা হবে।

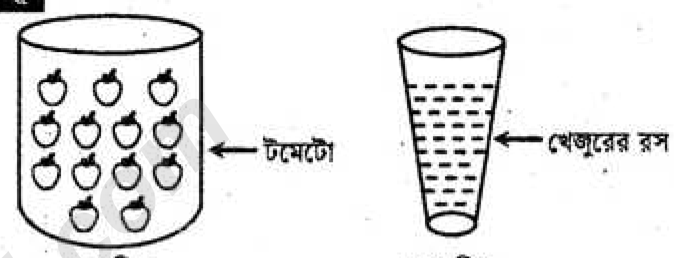
ঘ প্রদত্ত B পাত্রে প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভস দ্বারা সংরক্ষিত খাদ্য এবং C পাত্রে কৃত্রিম প্রিজারভেটিভস দ্বারা সংরক্ষিত খাদ্য নির্দেশ করা হয়েছে। এদের মধ্যে B পাত্রে সংরক্ষিত খাদ্য মানব স্বাস্থ্যের জন্য অধিক নিরাপদ।

প্রাকৃতিক উৎস থেকে প্রাপ্ত প্রিজারভেটিভসকে প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভস বলে। যেমন লবণ, চিনি, অ্যালকোহল (ভিনেগার), তেল ইত্যাদি। এসব প্রিজারভেটিভস দ্বারা সংরক্ষিত খাদ্যে পার্শ্ব প্রতিক্রিয়া নেই বললেই চলে। তাছাড়া এসব খাবার দেহের বাফার এর ভারসাম্য রক্ষা করে।

অপরদিকে কৃত্রিম প্রিজারভেটিভসগুলোর বিভিন্ন পার্শ্ব প্রতিক্রিয়া বিদ্যমান। কৃত্রিম প্রিজারভেটিভসগুলো অনুমোদিত মাত্রার অধিক ব্যবহারে মানব স্বাস্থ্য হুমকির সম্মুখীন হয়। কিছু অসাধু ব্যবসায়ী অধিক মুনাফা লাভের জন্য মাত্রাতিরিক্ত প্রিজারভেটিভস ব্যবহার করে। ফলে শারীরিক অবসাদ, মাথাব্যথা, এলার্জি এমনকি ক্যান্সারও হতে পারে।

সুতরাং উপরের বর্ণনা থেকে বলা যায়, কৃত্রিম প্রিজারভেটিভসে রাসায়নিক উপাদান ও পার্শ্ব প্রতিক্রিয়া থাকায় কৃত্রিম প্রিজারভেটিভস অপেক্ষা প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভস তুলনামূলক পার্শ্ব প্রতিক্রিয়াবিহীন এবং স্বাস্থ্যের জন্য অধিক নিরাপদ।

প্রশ্ন ▶ ৫



১নং চিত্র ২নং চিত্র

[রা. বো. ২০১৫]

ক. আইসোটোপ কী? ১

খ. প্রিজারভেটিভস খাদ্যবস্তুকে সংরক্ষণ করে কীভাবে? ২

গ. ১নং চিত্রের দেশীয় ফলের কৌটাজাতকরণ বর্ণনা কর। ৩

ঘ. ২নং চিত্রের উপাদান থেকে ভিনেগার প্রস্তুত করা যায় কিনা? যুক্তি দাও। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একই মৌলের বিভিন্ন পরমাণু, যাদের পারমাণবিক সংখ্যা একই (অর্থাৎ প্রোটন সংখ্যা একই), কিন্তু নিউক্লিয়াসে বিভিন্ন সংখ্যক নিউট্রন থাকার জন্য ভর সংখ্যা বিভিন্ন হয়, তাদের আইসোটোপ বলে।

খ প্রিজারভেটিভস বিভিন্নভাবে তাদের কার্যকারিতা প্রদর্শন করে।

খাদ্যদ্রব্যে অণুজীবের বিকাশ রোধঃ কতিপয় প্রিজারভেটিভস (যেমন, 5%CH_3COOH) অণুজীবের কোষীয় pH মান হ্রাস করে অণুজীবের বিকাশকে বাধাগ্রস্থ করে।

আর্দ্রতা মুক্তকরণঃ এই সংরক্ষণ প্রক্রিয়ায় একটি উচ্চ ঘনমাত্রার দ্রবণ ব্যবহার করা হয়। যেমন- NaCl, চিনি, যেখানে অণুজীবের পানি অভিস্রবণ প্রক্রিয়ায় বেরিয়ে দ্রবণে চলে আসে। আর্দ্রতামুক্তকরণের কারণে অণুজীবের মৃত্যু ঘটে।

গ এখানে ১নং চিত্রের দেশীয় ফল হলো মূলত টমেটো যা একটি উন্নতমানের সবজি। ক্যানিং এর জন্য লাল বর্ণের পরিপক্ক নিখুঁত টমেটো নির্বাচন করা হয়। টমেটোর গ্রেডিং করে সর্বাপেক্ষা ভালগুলোকে পরিষ্কার পানি দিয়ে ভালোভাবে ধৌত করা হয়। তারপর টমেটোগুলোকে কিছুক্ষণ গরম পানিতে ডুবিয়ে রাখা হয়; এর ফলে টমেটোগুলোর বহিঃস্থ আবরণ নরম হয়ে যায়। এ অবস্থায় চামড়াগুলো যত্নসহকারে টমেটো হতে অপসারণ করা হয়। এরপর টমেটোগুলোকে পুনরায় ধৌত করে ক্যানে ভর্তি করা হয় এবং এতে প্রয়োজনীয় 10% NaCl এর জলীয় দ্রবণ যোগ করা হয়। কখনও কখনও ক্যানিং করা টমেটোতে চিনিও যোগ করা হয়। কারণ লবণ ও চিনির দ্রবণ প্রাকৃতিক সংরক্ষক হিসেবে কাজ করে। তাছাড়া এগুলো

টমেটোর স্বাদ ও গুণগত মানও বৃদ্ধি করে। তারপর ক্যানকে এগ্জস্টিং করে সিল করা হয়। সিল করা ক্যানকে 45-60 মিনিট ফুটন্ত পানিতে প্রসেসিং করা হয়। পরিশেষে ক্যান ঠাণ্ডা করে মুছে লেবেল লাগিয়ে উপযুক্ত পরিবেশে সংরক্ষণ করা হয়।
এভাবে পর্যায়ক্রমিক ধাপ অনুসরণ করে দেশীয় সবজি টমেটোকে ক্যানিং বা কৌটাজাতকরণ করে দীর্ঘদিন সংরক্ষণ করা যায়।

ঘ উদ্দীপকে প্রদত্ত খেজুরের রস থেকে সহজেই ভিনেগার তৈরি করা যায়। কারণ খেজুরের রসে প্রায় (11 – 17%) চিনি (ডাইস্যাকারাইড, $C_{12}H_{22}O_{11}$) থাকে। ডাইস্যাকারাইডের জলীয় দ্রবণকে মল্টোজ বলে। মল্টোজ থেকে দুটি ধাপে ভিনেগার তৈরি করা হয়।
প্রথম ধাপে ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়ায় ইথানল তৈরি করা হয়। আবার দ্বিতীয় ধাপে গাঁজন প্রক্রিয়ায় অ্যালকোহলকে অ্যাসিটিক এসিডে রূপান্তরিত করা হয় এবং এই প্রক্রিয়াকে 'অ্যাসিটিক ফার্মেন্টেশন বলে।
দ্রবণের মধ্যে দুই চা চামচ $(NH_4)_2SO_4$ ও দুই চা চামচ $(NH_4)_3PO_4$ যোগ করে মিশ্রণের মধ্যে এক চা চামচ ঈস্ট যোগ করে তিনদিন ঢেকে রাখলে গাঁজন প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয়। ফলে CO_2 উৎপন্ন হয় এবং ঈস্ট থেকে ইনভারটেজ ও জাইমেজ নামক দুটি এনজাইম নিঃসৃত হয়। নিঃসৃত ইনভারটেজ এনজাইম আখের রসের চিনিকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজে পরিণত করে। ঈস্ট থেকে নিঃসৃত জাইমেজ এনজাইম উৎপন্ন গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজকে বিয়োজিত করে ইথানল ও CO_2 এ পরিণত করে।
সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াসমূহ হলো–

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[30°C]{\text{ইনভার্টেজ}} \underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ফ্রুক্টোজ}}{C_6H_{12}O_6}$$

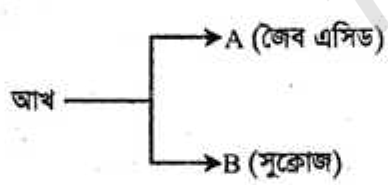
$$2C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[30°C]{\text{জাইমেজ}} 4CH_3CH_2OH + 4CO_2$$

আবার উৎপন্ন ইথানলকে 30-35°C তাপমাত্রায় বায়ুর O_2 এর সাথে বিক্রিয়া করালে জৈব এসিড CH_3COOH উৎপন্ন হয়।

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{অ্যাসিটি ব্যাকটেরিয়া}]{\text{মাইকোডার্মা}} CH_3COOH + H_2O$$

উপরে বর্ণিত বিক্রিয়া ও পদ্ধতি অনুসরণ করে এবং গাঁজন প্রক্রিয়া প্রয়োগ করে ২নং চিত্রের উপাদান থেকে ভিনেগার প্রস্তুত রা যায়।

প্রশ্ন ▶ ৬



[দি. বো. ২০১৭]

ক. অর্বিটালের সংকরণ কী? ১
খ. নাইট্রোজেনের প্রথম আয়নীকরণ বিভব অক্সিজেনের প্রথম আয়নিকরণ বিভব অপেক্ষা বেশি কেন? ২
গ. B যৌগ থেকে A যৌগ প্রস্তুতি সমীকরণসহ বর্ণনা করো। ৩
ঘ. মাছ সংরক্ষণে A ও B যৌগদ্বয়ের মধ্যে কোনটি অধিক উপযোগী? বিশ্লেষণ করো। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভিন্ন শক্তির একাধিক অরবিটাল বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের পূর্বে সমশক্তিসম্পন্ন সমসংখ্যক অরবিটালে পরিণত হওয়াকে অরবিটালের সংকরণ বলে।

খ 1 mol গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন পরমাণুর প্রত্যেকে 1টি করে ইলেকট্রন ত্যাগ করে 1 mol গ্যাসীয় একক ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে শক্তির প্রয়োজন তাকে আয়নিকরণ বিভব বলে। আমরা জানি কোনো পর্যায়ের যত বাম থেকে ডানে যাওয়া যায় তত প্রথম আয়নিকরণ বিভবের মান বাড়তে থাকে। পর্যায় সারণিতে অক্সিজেন, নাইট্রোজেন অপেক্ষা ডানে অবস্থিত। তাই O_2 এর আয়নীকরণ বিভব বেশি হওয়ার কথা। কিন্তু বাস্তবে N_2 এর বেশি। কারণ, ইলেকট্রন বিন্যাসে N এর শেষ খোলকের p অরবিটালে 3টি ইলেকট্রন আছে যা অর্ধপূর্ণ এবং এটি N-এর অনেক বেশি সুস্থিত কাঠামো। ফলে এখান থেকে ইলেকট্রন ত্যাগ করতে অনেক বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। আর O-এর শেষ খোলকের p-অরবিটালে 4টি ইলেকট্রন আছে যেখান থেকে 1টি ইলেকট্রন ত্যাগ করতে N_2 অপেক্ষা অপেক্ষাকৃত কম শক্তি লাগে। তাই N_2 এর প্রথম আয়নিকরণ শক্তি O_2 অপেক্ষা বেশি।

গ উদ্দীপকের আখের রসের মধ্যে প্রায় 3-4% চিনি বর্তমান থাকে। এ চিনিই হলো প্রদত্ত B অর্থাৎ সুক্রোজ। এতে তাপ দিলে ঘন দ্রবণ তৈরি হয় এবং সেখানে প্রায় 10% চিনি থাকে। এটি থেকে A অর্থাৎ জৈব এসিড প্রস্তুত করা যায়।
অবশিষ্ট অংশ ৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ এখানে A যৌগটি হলো জৈব এসিড ও B যৌগটি হলো সুক্রোজ। এদের মধ্যে মাছ সংরক্ষণে জৈব এসিড বেশি উপযোগী।
আমরা জানি, ইথানয়িক এসিডের 6-10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে। এটি খাদ্যদ্রব্যে উৎপন্ন বিভিন্ন অণুজীবকে যেমন ধ্বংস করে ঠিক তেমনি মৃদু এসিড হওয়ার কারণে শরীরের তদ্রুপ কোনো ক্ষতি হয় না। খাদ্যদ্রব্য পচনের ক্ষেত্রে যেসব অণুজীব মূখ্য ভূমিকা পালন করে তাদের বংশবিস্তারে উপযুক্ত মাধ্যম হলো 5.4-7.0 মানের pH সীমা। 6% ইথানয়িক এসিডের জলীয় দ্রবণের pH মান প্রায় 2.35 যা ব্যাকটেরিয়া বেঁচে থাকা ও বংশবিস্তারের জন্য সম্পূর্ণ প্রতিকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে।
জৈব বস্তু হওয়ায় মাছ অতি সহজেই অণুজীব দ্বারা আক্রান্ত হয় ও খাবারের অনুপযোগী হয়ে যায়। আবার বিভিন্ন রাসায়নিক পরিবর্তনের ফলেও মাছ নষ্ট হয়ে যায়। মাছে উপস্থিত তেল ও চর্বির জারণ ক্রিয়ার মাধ্যমেও মাছ নষ্ট হয়ে টক স্বাদ ও দুর্গন্ধযুক্ত হয়। এই মাছকে ভিনেগারের সাহায্যে প্রক্রিয়াজাত করলে মাছ অণুজীব দ্বারা আক্রান্ত হয় না এবং পুষ্টি মানেরও তেমন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু জৈব এসিডের পরিবর্তে সুক্রোজ ব্যবহার করলে এটি উপযুক্ত pH সৃষ্টি করতে পারে না আবার অণুজীবের আক্রমণও প্রতিহত করতে পারে না।
সুতরাং উপরোক্ত আলোচনার সাপেক্ষে এ কথা স্পষ্ট করে বলা যায়, মাছ সংরক্ষণে জৈব এসিড বেশি উপযোগী।

প্রশ্ন ▶ ৭

ভিনেগার	NH_3 দ্রবণ	NaOH দ্রবণ
A	B	C

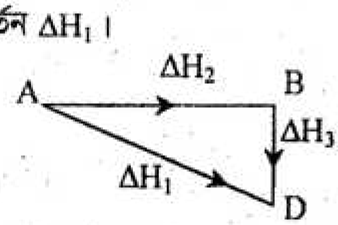
[দি. বো. ২০১৬]

ক. সাসপেনশন কী? ১
খ. হেসের তাপ সমষ্টিকরণ সূত্রটি লেখো ও ব্যাখ্যা করো। ২
গ. খাদ্য সংরক্ষণে A এর কৌশল বর্ণনা করো। ৩
ঘ. গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে B ও C দ্রবণের মধ্যে কোনটি অধিকতর উপযোগী? বিশ্লেষণ করো। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাসপেনশন হলো কঠিন ও তরল পদার্থের একটি অসমসত্ত্ব মিশ্রণ।

খ কোনো বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ যদি স্থির থাকে তবে বিক্রিয়াটি এক ধাপে ঘটুক বা একাধিক ধাপে ঘটুক না কেন, মোট তাপশক্তির পরিমাণ সর্বদা সমান হবে।
মনে করি, একটি বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক A এবং উৎপাদ D। উৎপাদটি বিক্রিয়ক A থেকে দুটি ভিন্ন পথে তৈরি করা হলো।
ধরি, প্রথম পথে (A থেকে D) বিক্রিয়াটি এক ধাপে সম্পন্ন হয়েছে। এখানে শক্তির পরিবর্তন ΔH_1।



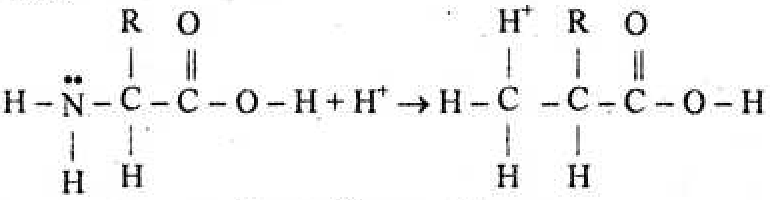
চিত্র: হেস এর সূত্র: $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

আবার, ২য় পথে প্রথমে বিক্রিয়ক A থেকে B হতে এবং দ্বিতীয় ধাপে B কে উৎপাদ D তে রূপান্তরিত করা হয়েছে। এ দুই ধাপে শক্তির রূপান্তর যথাক্রমে ΔH_2 ও ΔH_3। কারণ একে ভাঙাতে প্রয়োগকৃত তাপের পরিমাণ একই থাকে।

সুতরাং, হেসের সূত্রানুযায়ী, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

গ প্রদত্ত A বস্তুটি ভিনেগার। ইথানয়িক এসিডের 6–10% জলীয় দ্রবণই ভিনেগার। এটি বহুল ব্যবহৃত এবং প্রচলিত খাদ্য সংরক্ষক।

খাদ্যকে পচনের হাত থেকে রক্ষা করার জন্য এবং এর কাঠামো নষ্ট করার মতো অণুজীব যাতে জন্মাতে না পারে সে জন্য ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হয়। ভিনেগার একটি রাসায়নিক পিকলিং এজেন্ট। এটি ব্যাকটেরিয়া বা অন্যান্য অণুজীবসমূহকে মেরে ফেলে এবং এর বিস্তার বন্ধ করে দেয়। এছাড়া ইথানয়িক এসিডের pH 4.75। সুতরাং এটি দ্রবণে অম্লীয় পরিবেশ সৃষ্টি করে যা অণুজীব এর জন্য অনুকূল নয়। অণুজীব থেকে নিঃসৃত এনজাইম খাদ্য পচনের ফারমেন্টেশন বিক্রিয়ায় প্রভাবক হিসাবে কাজ করে। এনজাইমের প্রোটিন শিকলের নাইট্রোজেনে যে মুক্ত জোড় ইলেকট্রন থাকে তা প্রভাবন ক্রিয়ার জন্য active site সরবরাহ করে। কিন্তু ভিনেগারে উপস্থিত ইথানয়িক এসিড দ্রবণে যে H^+ আয়ন সরবরাহ করে তা ঐ active site কে প্রশমিত করে।



অ্যামাইনো এসিডের প্রোটিনেশন

ফলে এনজাইমের প্রভাবন ক্রিয়া নষ্ট হয় এবং খাদ্যের ফারমেন্টেশন হয় না। এভাবে খাদ্য ভিনেগারে উপরোক্ত কৌশল অবলম্বন করে রক্ষিত হয়।

ঘ এখানে B দ্রবণটি হলো NH_3 দ্রবণ এবং C দ্রবণটি হলো NaOH দ্রবণ। গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে NH_3 দ্রবণ বেশি উপযোগী।

তেল-গ্রীজ প্রভৃতি ময়লা অপসারণের জন্য ক্ষার খুবই কার্যকর। এজন্য কাচ এবং টয়লেট ক্লিনিংয়ে ক্ষার জাতীয় ক্লিনার ব্যবহার করা হয়। তবে গ্লাসের এসব ময়লা দূর করার জন্য সব ক্ষার জাতীয় পদার্থ যেমন, NaOH, KOH, NH_4OH প্রভৃতি কার্যকর হলেও তীব্র ক্ষার NaOH ব্যবহার করা যায় না। কারণ কাচ হলো একটি দ্বিসিলিকেট। এর সংকেত $Na_2O.CaO.xSiO_2$। তাই তীব্র ক্ষার NaOH বা KOH কাচের উপাদান সিলিকার সঙ্গে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সিলিকেট উৎপন্ন করে।

$$\underset{\text{(কাচ)}}{SiO_2} + \underset{\text{(তীব্রক্ষার)}}{2NaOH} \rightarrow \underset{\text{(দ্রবণীয়)}}{Na_2SiO_3} + H_2O$$

ফলে ক্ষার দ্রবণ দিয়ে কাচ পরিষ্কার করতে গেলে কাচের ক্ষয় হয় এবং গায়ে অমসৃনতার সৃষ্টি হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে NaOH ব্যবহৃত হয় না। অপরদিকে, NH_3 কে গ্লাস ক্লিনারের উপাদান হিসাবে ব্যবহার করা যায়। কারণ এটি কাচের ময়লা দূর করলেও কাচের উপাদানের সাথে কোনোরূপ বিক্রিয়া করে না। ফলে কাচ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় না।

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় পরিষ্কারের কৌশল এবং উপযোগীতার বিবেচনায় গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে উদ্দীপকের B দ্রবণ বা NH_3 দ্রবণ অধিকতর উপযোগী।

প্রশ্ন ▶ ৮ $C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{ইনভার্টেজ}} A + B$

$A \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} C \xrightarrow[\text{এসিটোব্যাক্টর}]{\text{মাইকোডার্মা}} D$ [দি. বো. ২০১৫]

ক. খাদ্য নিরাপত্তা কী? ১

খ. Cu (29) সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রম কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়া পূর্ণ করে 'D' যৌগটি চিহ্নিত কর। ৩

ঘ. প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক হিসাবে 'D' যৌগের গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি সুস্থ ও কার্যকর জীবনযাপনের জন্য পর্যাপ্ত নিরাপদ এবং পুষ্টিকর খাদ্যের প্রতি সবসময় সকল মানুষের অভিগম্যতাই হলো খাদ্য নিরাপত্তা।

খ ইলেকট্রন বিন্যাসের নিয়মানুযায়ী, যদি d উপস্তরে পূর্ণতার চেয়ে 1 টি ইলেকট্রন কম থাকে অর্থাৎ 9 টি ইলেকট্রন থাকে তবে পরবর্তী শক্তিস্তরের s-অরবিটাল থেকে 1টি ইলেকট্রন পূর্ববর্তী শক্তিস্তরের d অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়। এর ফলে d উপস্তরে 10 টি ইলেকট্রন অর্জিত হয়ে পূর্ণ হয় এবং অধিক স্থিতিশীল হয়। যেমন:

Cu (29) $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$ এর পরিবর্তে,

Cu (29) $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (অধিক স্থিতিশীল)

তাই বলা যায় মূলত ইলেকট্রন বিন্যাসে স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ ইলেকট্রনের বিন্যাসের ব্যতিক্রম।

গ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটিকে সম্পন্ন করে পাই,

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{ইনভার্টেজ}} \underset{\substack{\text{গ্লুকোজ}\\ \text{(A)}}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\substack{\text{ফ্রুক্টোজ}\\ \text{(B)}}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$\underset{\text{গ্লুকোজ (A)}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} \underset{\text{ইথানল (C)}}{CH_3CH_2OH} + 2CO_2$$

$$\downarrow \text{মাইকোডার্মা এসিটোব্যাক্টর} + O_2$$

$$\underset{\substack{\text{ইথানয়িক এসিড}\\ \text{(D)}}}{CH_3COOH + H_2O}$$

সুতরাং প্রদত্ত বিক্রিয়া হতে প্রাপ্ত D যৌগটি হলো ইথানয়িক এসিড বা ভিনেগার।

ঘ প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে D যৌগ তথা ভিনেগারের গুরুত্ব নিম্নরূপ—

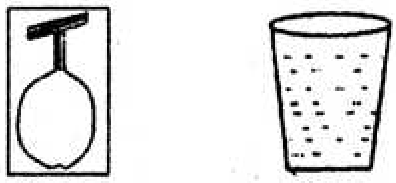
শাক-সবজি সংরক্ষণে ভিনেগার: দেশের সর্বত্র সব রকমের শাক-সবজি পাওয়া যায় না এবং এটি দ্রুত পঁচনশীল। তাই শাক-সবজি সংরক্ষণ করে সব পর্যায়ে মানুষের কাছে পৌঁছে দেওয়া আজকের সময়ের দাবি। ভিনেগারে শাক-সবজি সংরক্ষণ করলে এটি শাকসবজির বর্ণ, পুষ্টি, ভিটামিন অক্ষুণ্ন রাখে। ভিনেগার শাক-সবজিতে বিদ্যমান বিভিন্ন খনিজ পদার্থ যেমন ক্যালসিয়াম, লৌহ, ফসফরাস প্রভৃতিকে মুক্ত করে শরীরে গ্রহণের উপযোগী করে তোলে। এটি শাক-সবজিতে ভিটামিনের পরিমাণও অক্ষুণ্ন রাখে।

ফল সংরক্ষণে ভিনেগার: ভিনেগারের সাহায্যে বিভিন্ন ফল সরাসরি অথবা ফল থেকে বিভিন্ন খাদ্য সামগ্রী তৈরি করে সংরক্ষণ করা যায়। বিশেষ করে বিভিন্ন ফলের আচার তৈরিতে ভিনেগার অনন্য ভূমিকা পালন করে। সুষম পুষ্টির জন্য ভিনেগারের সাহায্যে বিভিন্ন ফল এবং এদের থেকে সৃষ্ট খাদ্য সামগ্রী সংরক্ষণ করে সারা বছর খাওয়া সম্ভব।

মাংস ও মাছ সংরক্ষণে ভিনেগার: মাছ দ্রুত পঁচনশীল বস্তু। কারণ মাছ, মাংসে ক্ষারকীয় উপাদান থাকায় দ্রুত নষ্ট হয়ে যায়। যেমন, খুব সহজে ভিনেগারে মাংস সংরক্ষণ করে দীর্ঘসময় পর্যন্ত ব্যবহার করা যায়। এক্ষেত্রে এক টুকরো কাপড়কে প্রথমে ভিনেগারে ভিজিয়ে তারপর কাপড় দিয়ে মাংসকে মুড়িয়ে রেখে দিলে মাংস দীর্ঘসময় ধরে ভালো থাকবে।

খাদ্যের ব্যাকটেরিয়া ও বিষাক্ত বস্তুর ধ্বংসে ভিনেগার: খাদ্যদ্রব্য সাধারণত ব্যাকটেরিয়া, ঈস্ট ও মোল্ড দ্বারা আক্রান্ত ও বিষাক্ত হয়ে থাকে। ভিনেগার এদের বিরুদ্ধে বিশেষ করে ব্যাকটেরিয়ার বিরুদ্ধে প্রতিরোধ গড়ে তোলে।

প্রশ্ন ▶ ৯



পাত্র-A পেয়ারা   পাত্র-B আখের রস

/কু. বো. ২০১৭/

ক. সাম্যাবস্থা কী? ১

খ. শিখা পরীক্ষায় HCl ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. A পাত্রের ফলটির দীর্ঘকালীন সংরক্ষণ পদ্ধতি বর্ণনা করো। ৩

ঘ. B পাত্রের উপাদান হতে ভিনেগার তৈরি করা যাবে কিনা— বিশ্লেষণপূর্বক মূল্যায়ন করো। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে অবস্থায় কোনো উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখ দিকে গমনের হার পশ্চাৎ দিকে গমনের হারের সমান হয় তাকে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বলে।

খ শিখা পরীক্ষায় প্লাটিনাম তার গাঢ় HCl এ ডুবিয়ে তারের অগ্রভাবে পরীক্ষাধীন নমুনা লবণের খুব অল্প পরিমাণকে নিয়ে বুনসেন দ্বীপের জারণ শিখার বাইরের দীপ্তহীন পূর্ণদহন মণ্ডলে ধরা হয়। তখন নমুনা লবণ বাষ্পীভূত হয় ও বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বর্ণের সৃষ্টি হয়। আবার অজৈব লবণগুলো আয়নিক বন্ধনে যুক্ত থাকার কারণে এরা উচ্চ গলনাঙ্ক বিশিষ্ট হয় অর্থাৎ অনুদ্বায়ী হয়। কিন্তু ক্লোরাইড লবণগুলো তুলনামূলকভাবে অধিক উদ্বায়ী। তাই HCl ব্যবহারে এই লবণগুলোর উদ্বায়িতা বৃদ্ধি পায় ও বাষ্পীভূত হওয়া সহজ হয়। এজন্য শিখা পরীক্ষায় HCl ব্যবহার করা হয়।

গ এখানে পাত্রের ফলটি হলো পেয়ারা। একে কৌটাজাতকরণের মাধ্যমে দীর্ঘদিন সংরক্ষণ করা যায়।

এজন্য প্রথমে পেয়ারাকে বোটা মুক্ত করে পানি দ্বারা ধোয়া হয়। আবার 2% (w/v) $NaCO_3$ দ্রবণে শোধন করা হয়। ফলে উপরের জমে থাকা ফাজ্গাস ও অন্যান্য অণুজীব মরে যায়। এরপর টুকরা করে 0.25% সাইট্রিক এসিড দ্রবণে 4-5 min. ডুবিয়ে রাখা হয়। তারপর দ্রবণ থেকে তুলে এনে স্টীম বাথে পুণরায় 5-7 min সিদ্ধ করা হয়। এটাই ব্লাঞ্চিং ধাপ। পরবর্তীতে টুকরাগুলোকে ক্যানে ভর্তি করে 0.06% সাইট্রিক এসিড, 0.125% এসকরবিক এসিড, পরিমাণমত চিনির ঘন সিরাপসহ কৌটায় ভর্তি করা হয়। এবার এন্টিমাইক্রোবিয়াল এজেন্ট হিসাবে $1.25 \times 10^{-3}\%$ সোডিয়াম বেনজয়েট যোগ করে একজসটিং প্রক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। এই সম্পূর্ণ প্রক্রিয়ার সময়কাল 5–7 min ও তাপমাত্রা প্রায় 100°C। অতঃপর একে সিলিং এবং স্টেরিলাইজিং করে ঠাণ্ডা করা হয়। এরপর লেবেল লাগিয়ে উৎপাদনের তারিখ উল্লেখ করে সংরক্ষণ করা হয়।

মূলত পর্যায়ক্রমিক ধাপ এবং ব্যবহৃত এজেন্টগুলো নিয়মমাফিক সংযোজন করে প্রদত্ত ফল বা মৌসুমী ফল পেয়ারাকে সারাবছরের জন্য ক্যানিং করে রাখা যাবে।

ঘ এখানে B পাত্রে রয়েছে আখের রস। আবার ভিনেগার হলো ইথানোয়িক এসিডের 6–10% জলীয় দ্রবণ। এই আখের রস হতে ভিনেগার প্রস্তুত করা যায়। প্রদত্ত আখের রস হতে ভিনেগারের প্রস্তুত প্রণালি নিম্নে দেওয়া হলো—

অবশিষ্ট অংশ ৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১০

$$\text{চিনি (A)} \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} B(l) \xrightarrow{\text{জারণ}} C$$

/কু. বো. ২০১৬/

ক. বিকারক কী? ১

খ. অর্থোনাইট্রোফেনল ও প্যারানাইট্রোফেনল এর গলনাংকের ভিন্নতা ব্যাখ্যা করো। ২

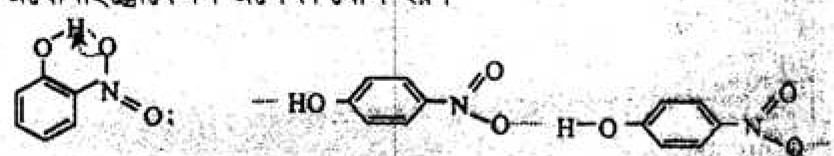
গ. উদ্দীপকের A দ্বারা যে ধরনের খাদ্য সংরক্ষণ করা যায় তা ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের C দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল বিশ্লেষণ করো। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে রাসায়নিক পদার্থ দিয়ে অন্য কোন পদার্থের উপস্থিতি শনাক্তকরণ বা পরিমাণ নির্ণয় করা যায় তাকে বলে বিকারক।

খ অর্থোনাইট্রোফেনল এবং প্যারানাইট্রোফেনল উভয় যৌগে হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হয়। কিন্তু অর্থোনাইট্রোফেনলের অণুসমূহের মধ্যে অণুমধ্যস্থ হাইড্রোজেন বন্ধন গঠিত হওয়ায় এর গলনাঙ্ক তেমন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু প্যারানাইট্রো ফেনলের অণুসমূহ একে অন্যের সাথে আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধনে যুক্ত থাকে। এই বন্ধন গঠনে অণুসমূহের মধ্যস্থিত অতিরিক্ত হাইড্রোজেন বন্ধন ভাঙতে অতিরিক্ত তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়। ফলে প্যারানাইট্রোফেনল এর গলনাঙ্ক অর্থোনাইট্রোফেনল অপেক্ষা বেশি হয়।



অর্থোনাইট্রোফেনলে অণুমধ্যস্থ হাইড্রোজেন বন্ধন   প্যারানাইট্রোফেনলে আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন

গ এখানে A বা চিনি প্রাচীনকাল হতে ব্যবহৃত একটি অন্যতম প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক। এটি মূলত আচার ও অন্যান্য ফলজাতীয় খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয়।

চিনি দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণে চিনি খাদ্য হতে মুক্ত চিনি ও পানি শোষণ করে দ্রবণে পরিণত করে এবং খাদ্যের সাথে মিশে সর্বত্র সুষম ঘনত্ব বজায় রাখে। আবার ব্যাকটেরিয়ার কোষের অভ্যন্তরে জলীয় অংশকে চিনির গাঢ় দ্রবণ অভিস্রবন বা অসমোসিস প্রক্রিয়ায় শুষে নেয়। এর ফলে অণুজীবের বেঁচে থাকা ও বংশবিস্তার কঠিন হয়ে পড়ে। এছাড়াও চিনি খাদ্যের স্বাদ এবং গুণগত মান বাড়িয়ে দেয় বহুগুণে। আবার এটি কিছু উপকারী অণুজীব সৃষ্টির অনুকূল পরিবেশও তৈরি করে।

সুতরাং বলা যায় যে ফল জাতীয় খাদ্য দ্রব্য এবং আচারকে চিনির ব্যাকটেরিয়ার আক্রমণ হতে মূলত ব্যাকটেরিয়াকে নিষ্ক্রিয় করে রক্ষা করে প্রিজারভেটিভ হিসেবে কাজ করে।

ঘ প্রদত্ত বিক্রিয়ার মাধ্যমে উৎপন্ন C মূলত ভিনেগার যা মল্ট ভিনেগার নামেও পরিচিত। এর খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল নিম্নরূপ—

অবশিষ্ট অংশ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১১ ভিনেগার একটি গুরুত্বপূর্ণ যৌগ। এর ব্যবহার বহুমাত্রিক।

/চ. বো. ২০১৭/

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১

খ. NaCl তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. গাঁজন প্রক্রিয়ায় তুমি কীভাবে যৌগটি উৎপন্ন করবে? ৩

ঘ. যৌগটির খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ যেসব তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ দ্রবণে বা গলিত অবস্থায় সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত হয়ে আয়নে পরিণত হয় এবং তড়িৎ পরিবহন করে তাদের তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ বলে। NaCl একটি তীব্র তড়িৎ বিয়োজ্য কেননা এটি দ্রবণে বা গলিত অবস্থায় সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত হয়।

$$NaCl(s) \rightarrow Na^+(l) + Cl^-(l)$$

অ্যানোডে জারণ: $2Cl^-(l) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ: $2Na^+(l) + 2e^- \rightarrow 2Na(s)$

গ গাঁজন প্রক্রিয়ায় প্রশ্নে প্রদত্ত ভিনেগার প্রস্তুত করা যায়। নিচে ভিনেগার প্রস্তুতি বর্ণনা করা হলো—
আখের রসে প্রায় 3-4% চিনি বিদ্যমান। যা ঈস্ট নিঃসৃত ইনভারটেজ ও জাইমেজ এনজাইমের কার্যকারিতায় প্রথমে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ এবং পরে ইথানল উৎপন্ন করে।
সংগঠিত বিক্রিয়াসমূহ হলো—

$$\underset{\text{সুক্রোজ (চিনি)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow[30°C]{\text{ইনভারটেজ}} \underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ফ্রুক্টোজ}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$2C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[30°C]{\text{জাইমেজ}} \underset{\text{ইথানল}}{4CH_3CH_2OH} + 4CO_2$$

এভাবে গাঁজন প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয় এবং দ্রবণে 10% ইথানল বিদ্যমান থাকে। উক্ত ইথানল মাইকোডার্মা অ্যাসিটি নামক ব্যাকটেরিয়ার সাহায্যে জারিত হয়ে ইথানয়িক এসিড উৎপন্ন করে। ইথানয়িক এসিডের 6-10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে যা প্রিজারভেটিভস হিসেবে খাদ্য সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয়।

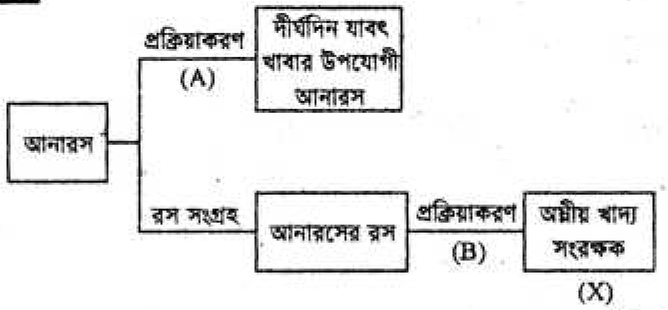
$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{অ্যাসিটি ব্যাকটেরিয়া}]{\text{মাইকোডার্মা}} CH_3COOH + H_2O$$

ঘ ভিনেগার বহুল ব্যবহৃত প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভস। এটি বাজারে সিরকা নামেও পরিচিত। বিভিন্ন খাদ্য দ্রব্য যেমন আচার, চাটনি, জেলী, জ্যাম, মারমালেট প্রস্তুতিতে এবং ফল, শাক-সবজি, মাছ-মাংস সংরক্ষণে এটি ব্যবহৃত হয়। ভিনেগারের মূল উপাদান ইথানয়িক এসিড যা জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন ও CH_3COO^- আয়ন দান করে।

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

তাই খাদ্যদ্রব্যে ভিনেগার যোগ করার ফলে তা উপাদানের pH মানকে কমিয়ে দেয়। এ মান 5 থেকে 4 এর নিচে নেমে আসে। যেসব খাদ্যের pH মান 4.5 অপেক্ষা কম সেগুলো ব্যাকটেরিয়া দ্বারা বিনষ্ট হয় না। ইথানয়িক এসিডের H^+ আয়ন জীবাণুর প্রোটিন ও চর্বিকে আর্দ্র-বিশ্লেষিত করে ফলে জীবাণু মারা যায়। অধিকাংশ অণুজীবের বংশবিস্তারের অনুকূল pH পরিসর 6.5-7.5।
এভাবে ভিনেগার এসিডিক পরিবেশ সৃষ্টি করে অণুজীবের বিস্তার করে খাদ্যবস্তুকে পচনের হাত থেকে রক্ষা করে। তাই প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে ভিনেগার বহুল প্রচলিত।

প্রশ্ন ▶ ১২



[চ. বো. ২০১৬]

ক. বিক্রিয়ার হার কী? ১
খ. নাইট্রোজেনের প্রথম আয়নীকরণ বিভব অক্সিজেনের প্রথম আয়নীকরণ বিভব অপেক্ষা বেশি কেন? ২
গ. প্রক্রিয়াকরণ (A) এর মূলনীতি বর্ণনা করো। ৩
ঘ. X-এর খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

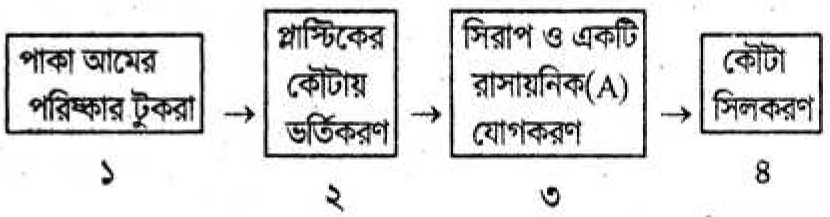
ক একক সময়ে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা হ্রাস বা উৎপাদের ঘনমাত্রা বৃদ্ধির হারকে কোন বিক্রিয়ার গতিবেগ বা হার বলে।

খ N ও O এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো:
$N(7) = 1s^2 2s^2 2p^3$
$O(8) = 1s^2 2s^2 2p^4$
একই পর্যায়ে নাইট্রোজেন অপেক্ষা অক্সিজেনের কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জ বেশি থাকায় এর আকার ছোট হয় তাই অক্সিজেনের আয়নীকরণ বিভব বেশি হওয়ার কথা। কিন্তু উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, N-এর 2p অরবিটাল অর্ধপূর্ণ। আমরা জানি যে, অর্ধপূর্ণ ও পূর্ণ অরবিটালগুলো স্থিতিশীল। তাই N-এর সর্ববহিঃস্থ স্তর থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হলে এই স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস ভাঙতে হয়। অপরদিকে O-এর ক্ষেত্রে ইলেকট্রন অপসারণ করতে হলে এরূপ কোন স্থিতিশীলতা ভাঙতে হয় না। তাই N এর ১ম আয়নীকরণ বিভব O এর ১ম আয়নীকরণ বিভবের চেয়ে বেশি।

গ উদ্দীপকে অনুযায়ী আনারসকে কৌটাজাতকরণ এর মাধ্যমে দীর্ঘদিন যাবৎ খাবার উপযোগী করে রাখা যায়।
এখানে প্রক্রিয়াকরণ বলতে কৌটাজাতকরণ বোঝানো হয়েছে। এখানে কৌটাজাতকরণের মূলনীতি আলোচনা করা হলো—
কৌটাজাতকরণ বা ক্যানিং খাদ্য সংরক্ষণের তাপীয় প্রক্রিয়াকরণের একটি গুরুত্বপূর্ণ উদাহরণ। এ পদ্ধতিতে প্রথমে কৌটার মধ্যস্থিত খাদ্যকে তাপীয় প্রক্রিয়ায় জীবাণুমুক্ত করে বায়ুরোধী অবস্থায় রাখা হয়। খাদ্যে উপস্থিত সবচেয়ে তাপ সহিষ্ণু ও মারাত্মক রোগ সৃষ্টিকারী জীবাণু ক্লোসট্রিডিয়াম বটুলিনাম ও এর অঙ্কুর তাপ প্রয়োগে ধ্বংস হয়ে যায়। এ জীবাণু ধ্বংস করতে 121°C তাপমাত্রায় প্রায় 10 মিনিট তাপ প্রয়োগ করা হয়। আর খাদ্য দ্রব্যকে টিনের কৌটা বা ক্যানে ভরে উচ্চ তাপমাত্রায় ফুটিয়ে জীবাণুমুক্ত করার পদ্ধতিকে স্টেরিলাইজেশন বলে। তবে ক্যানটি অবশ্যই বায়ুনিরোধ ভাবে বন্ধ হতে হবে।
এভাবে পর্যায়ক্রমিক ধাপ অনুসরণ করে ক্যানিং বা কৌটাজাতকরণের মাধ্যমে মৌসুমী ফল আনারসকে প্রক্রিয়াকরণ করা হয়।

ঘ প্রদত্ত অম্লীয় খাদ্য সংরক্ষক X মূলত ভিনেগার যা আনারসের রস হতে প্রস্তুত করা হয়েছে। এর খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল নিম্নে আলোচনা করা হলো—
অবশিষ্ট অংশ সৃজনশীল ৭ এর 'গ' নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৩ আম সংরক্ষণের জন্য একজন ফল ব্যবসায়ী নিম্নরূপ প্রক্রিয়া অনুসরণ করল:



[চ. বো. ২০১৬]

ক. এনজাইম কী? ১
খ. Cr (24)-এর ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম কেন? ২
গ. ৩নং ধাপে ব্যবহৃত A- কে কী বলা হয়? ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটিতে কীরূপ পরিবর্তন করলে A- যোগ না করেও আম সংরক্ষণ করা যাবে? ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জীবন্ত উদ্ভিদ কোষ ও প্রাণী কোষ হতে উৎপন্ন, উচ্চ আণবিক ভর বিশিষ্ট নাইট্রোজেন যুক্ত প্রোটিন নামক জটিল জৈব পদার্থই হচ্ছে এনজাইম।

খ সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ কিংবা পূর্ণ হলে, সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে।
ফলে d^4s^2 বিন্যাসের পরিবর্তে d^5s^1 বিন্যাস অধিকতর স্থায়ী হয়।
Cr(24) এর ইলেকট্রন বিন্যাস—
$Cr(24) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^4\ 4s^2$ (কম সুস্থিত)
এর পরিবর্তে $Cr(24) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$ (অধিক সুস্থিত) হয়। যেহেতু Cr এর বহিঃস্থ উপশক্তি স্তর দুটির বিন্যাস $3d^4s^2$ অপেক্ষা $3d^5s^1$ বিন্যাসটি প্রতিসাম্যতার কারণে অধিক স্থিতিশীল। তাই Cr (24) এর ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম হয়।

গ প্রদত্ত প্রবাহচিত্রে ৩ নং ধাপে ব্যবহৃত A হলো 0.2% সাইট্রিক এসিড যা একটি প্রিজারভেটিভস্।

সাধারণত প্রিজারভেটিভস্ খাদ্যের সাথে পরিমিত পরিমাণে মিশিয়ে খাদ্যকে অণুজীবের আক্রমণ হতে রক্ষা করা হয়। প্রিজারভেটিভস্ খাদ্যে উপস্থিত অণুজীবের বংশ বৃদ্ধি, খাদ্যের জারণ ও বিয়োজন প্রতিরোধ করে। কিছু প্রিজারভেটিভস্ এন্টিমাইক্রোবিয়াল এবং এন্টিঅক্সিডেন্ট দুই রূপে কাজ করে।

উল্লেখিত ফলে অর্থাৎ আম কৌটাজাতকরণ প্রক্রিয়ার ৩ নং ধাপে সিরাপী পদার্থ(চিনি কিংবা লবণের জলীয় দ্রবণ) যোগ করার পর 0.2% সাইট্রিক এসিড মিশ্রিত করা হয়। আমের কৌটাজাতকরণে চিনির 40% জলীয় দ্রবণ প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভস্ ও এন্টিমাইক্রোবিয়াল এজেন্ট রূপে খাদ্যে অণুজীব গুলোকে বংশবিস্তার করতে বাধা সৃষ্টি করে। অপরদিকে 0.2% সাইট্রিক এসিড এন্টি অক্সিডেন্ট এজেন্ট রূপে আমের বিয়োজন রোধে ভূমিকা রাখে।

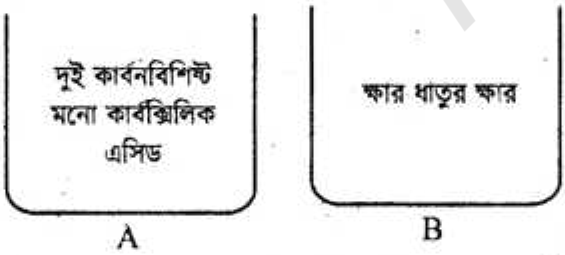
ঘ উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটিতে এগ্জসটিং যুক্ত করা হলে A যোগ না করেও আম সংরক্ষণ করা যাবে।

বায়ুর উপস্থিতিতে অণুজীবসমূহ বংশ বিস্তার করে থাকে। তাছাড়া খাদ্যে উপস্থিত যে কোন জারক পদার্থ খাদ্যের জারণ তথা বিয়োজন ঘটাতে পারে। বায়ু ও পানির সংস্পর্শে লোহায় মরিচা পড়ে যা ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$) একটি জারক পদার্থ।

আম কৌটাজাতকরণ প্রক্রিয়ায় 0.2% সাইট্রিক এসিড মিশ্রিত না করে কৌটায় তাপ প্রয়োগ অর্থাৎ এগ্জসটিং প্রক্রিয়া দ্বারা আম সংরক্ষণ করা যায়। এক্ষেত্রে তাপ প্রয়োগে কৌটার বায়ু দূর হয়। এতে বায়ুর অনুপস্থিতিতে ক্যানের ভেতর মরিচা পড়ে না এবং বায়ুর অভাবে বায়ু জীবি অণুজীব জন্মাতে পারে না। তাছাড়া খাদ্যে চিনির 40% জলীয় দ্রবণ থাকায় খাদ্যে অণুজীব জন্মাতে পারেনা। কোনো চিনির ঘন দ্রবণ খাদ্য দ্রব্য থেকে পানি বের হতে দেয় না বরং খাদ্যের সর্বত্র সুষম ঘনত্ব বজায় রাখে এবং ব্যাকটেরিয়ার প্রাচীরে অভিস্রবনীয় চাপ সৃষ্টি করে কোষ ধ্বংস করে দেয়।

মিশ্রিত আম কৌটাজাতকরণে আমে চিনির 40% জলীয় দ্রবণ-এবং কৌটায় তাপ প্রদান করায় অণুজীবের বংশ বৃদ্ধি এবং খাদ্যের জারণ বা বিজারণ রোধ হওয়ায় খাদ্যে 0.2% সাইট্রিক এসিড না দিয়েও আম সংরক্ষণ সম্ভব।

প্রশ্ন ▶ ১৪



A B

[সি. বো. ২০১৭]

ক. বিক্রিয়ার হার কী? ১

খ. ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিন অপেক্ষা বেশি কেন? ২

গ. B পাত্রের দ্রবণকে গ্লাস ক্লিনার হিসাবে ব্যবহার করা যায় না কিন্তু টয়লেট ক্লিনার হিসাবে ব্যবহার করা যায়– ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. A পাত্রের লঘু দ্রবণ (6-10%) দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণের কৌশল বর্ণনা করো। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি একক সময়ে একটি বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা হ্রাস এবং উৎপাদের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পায় তবে তাকে বিক্রিয়ার হার বলা হয়।

খ আমরা জানি, একই গ্রুপের মৌলের মধ্যে আকার বড় হলে ইলেকট্রন আসক্তি কমে। কিন্তু ক্লোরিন ও ফ্লোরিনের বেলায় তা ভিন্ন হয় কেননা ফ্লোরিন কক্ষপথ 2টি এবং ক্লোরিনের 3টি। ফ্লোরিনের এই ২য় কক্ষপথে 7টি ইলেকট্রন বিদ্যমান থাকে বলে তার চার্জ ঘনত্ব বেশি হয়। যার ফলে কোনো ইলেকট্রন ফ্লোরিনে যুক্ত হতে চাইলে অ চরমভাবে বিকর্ষিত হয়। অন্যদিকে, ক্লোরিনের ৩য় শক্তিস্তরে 7টি ইলেকট্রন থাকলেও তার চার্জ ঘনত্ব কম বলে একটি ইলেকট্রন অতি সহজে সেখানে প্রবেশ করতে পারে। এজন্য ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লোরিন অপেক্ষা বেশি।

গ এখানে B- পাত্রের দ্রবণ হচ্ছে তীব্র ক্ষার। যা গ্লাস ক্লিনার হিসেবে ব্যবহার করা যায় না, কিন্তু টয়লেট ক্লিনার হিসাবে ব্যবহার করা যায়।

তেল-গ্রীজ প্রভৃতি ময়লা অপসারণের জন্য ক্ষার খুবই কার্যকর। এজন্য কাঁচ ও টয়লেট ক্লিনিংয়ে ক্ষার জাতীয় ক্লিনার ব্যবহার করা হয়। তবে গ্লাসের ময়লা পরিষ্কার করার জন্য তীব্র ক্ষার বা ক্ষার ধাতুর ক্ষার ব্যবহার করা যায় না। যেমন- KOH, NaOH ইত্যাদি। কারণ কাঁচ একটি দ্বিসিলিকেট পদার্থ। যা তীব্র ক্ষার এর সাথে বিক্রিয়া করে এবং ক্ষয়ে যায়। ফলে গায়ে এবড়োথেবড়ো গর্তের সৃষ্টি হয়।

$$SiO_2 + NaOH \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

অন্যদিকে টয়লেটে কমোড, বেসিন প্রভৃতি অত্যন্ত শক্ত ও ক্ষাররোধী সিরামিক্স দিয়ে তৈরি। ফলে এসব সিরামিকস্ তীব্র ক্ষার NaOH, KOH প্রভৃতির সাথে কোনো বিক্রিয়া করে না। তাই NaOH এর তীব্র ক্ষারধর্মী বৈশিষ্ট্য থাকায় B পাত্রের দ্রবণকে বা NaOH কে টয়লেট ক্লিনার হিসেবে ব্যবহার করা গেলেও গ্লাস ক্লিনার হিসাবে ব্যবহার করা যায় না।

ঘ প্রদত্ত A পাত্রের লঘু দ্রবণ (6–10%) দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণের পদ্ধতি বা কৌশল বর্ণনা করা হলো–

A পাত্রে আছে দুই কার্বনবিশিষ্ট মনো কার্বক্সিলিক এসিড অর্থাৎ অ্যাসিটিক এসিড বা ইথানয়িক এসিড।

আমরা জানি, অ্যাসিটিক এসিডের 6–10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে। ভিনেগারের কার্যবিবরণ নিম্নরূপ–

১. এটি মৃদু এসিড হওয়ায় খাবারের সাথে গ্রহণ করলে এসিডিটি বাড়ার কোনো সম্ভাবনা থাকে না এবং দেহের pH এর সমতা বজায় থাকে।
২. ভিনেগারের কোনো পার্শ্ব প্রতিক্রিয়া নেই।
৩. ভিনেগারের স্ফুটনাঙ্ক পানি অপেক্ষা বেশি হওয়ায় খাদ্য প্রক্রিয়াজাতকরণের সময় তাপ প্রয়োগে বাষ্পীভূত হওয়ার সুযোগ থাকে না।
৪. এটি পানির সাথে H- বন্ধন তৈরি করে। ফলে খাদ্যের পানির সাথে H-বন্ধন তৈরি করে অণুজীবের বিরুদ্ধে প্রতিরোধ গড়ে তোলে।
৫. ভিনেগারের 6% জলীয় দ্রবণের pH এর মান প্রায় 2.35 যা ব্যাকটেরিয়া ধ্বংসের জন্য যথেষ্ট।
৬. ভিনেগারের মধ্যে সাদা ভিনেগার ব্যাকটেরিয়া ধ্বংসে বেশি কার্যকর।
৭. ভিনেগারের সাহায্যে ফল, শাক-সবজি, মাছ, মাংস প্রক্রিয়াজাতকরণ ও সংরক্ষণ করা যায়।

প্রশ্ন ▶ ১৫ A ($3s^1$) মৌলের হাইড্রোক্সাইড, HCHO এবং C_6H_6 প্রভৃতি যৌগ বর্তমানে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। *[সি. বো. ২০১৬]*

ক. α-কণা কী? ১

খ. সেমিমাইক্রো পদ্ধতি পরিবেশ বান্ধব— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. 'A' যৌগের সংরক্ষণ পদ্ধতি বর্ণনা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত জৈব যৌগদ্বয়ের মধ্যে আমাদের দেশের প্রেক্ষিতে কোনটি অধিকতর হুমকিস্বরূপ? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

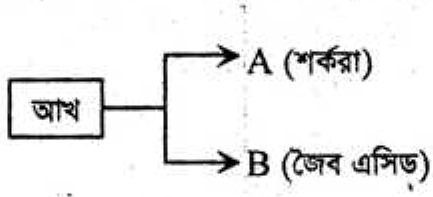
ক দুটি প্রোটন এবং দুটি নিউট্রন একত্রে যুক্ত হয়ে হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের মত অভিন্ন যে কণা উৎপন্ন হয় তাই হলো α-কণা।

খ সেমিমাইক্রো পদ্ধতি রাসায়নিক গুণগত বিশ্লেষণের একটি পদ্ধতি। এটি বিশ্লেষণীয় রসায়নে স্বল্প পরিমাণ রাসায়নিক উপাদান সনাক্তকরণ ও পরিমাণগত বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে খুব অল্প পরিমাণ (0.05 থেকে 0.2g কঠিন বা 2-4mL তরল দ্রব্য) রাসায়নিক পদার্থ নিয়ে পরীক্ষা করা হয়। ফলে পরিবেশ দূষণ উল্লেখযোগ্যভাবে কমে আসে। আবার, কোনো কোনো ক্ষেত্রে কম ঝুঁকির রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহৃত হয়। এ কারণে সেমি-মাইক্রো পদ্ধতি পরিবেশ বান্ধব।

গ যেহেতু দেওয়া আছে A মৌলের শেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন বিন্যাস $3s^1$। সুতরাং এর পারমাণবিক সংখ্যা 11 এবং মৌলটি হলো Na।
Na খুবই সক্রিয় মৌল এবং এটি একটি বিপজ্জনক মৌল। কক্ষ তাপমাত্রায় এটি অক্সিজেন ও পানির সাথে তীব্রভাবে বিক্রিয়া করে। তাই Na কে প্যারাফিনের মধ্যে কাঁচের পাত্রে ডুবিয়ে রাখা হয়। প্যারাফিনের ঘনত্ব Na এর ঘনত্ব অপেক্ষা কম। তাই এটি Na এর উপরে একটি স্তর সৃষ্টি করে যা Na কে পানির সংস্পর্শে আসতে দেয় না। ফলে পানির সাথে Na তীব্রভাবে বিক্রিয়া করে NaOH ও H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে যা বিস্ফোরণ ঘটাতে পারে না। এজন্যই Na কে প্যারাফিন বা তেলের নিচে ডুবিয়ে কাঁচের পাত্রে সংরক্ষণ করা হয়।

ঘ প্রশ্নে বর্ণিত জৈব যৌগগুলো হলো মিথান্যাল (HCHO) ও বেনজিন (C_6H_6)। এদের মধ্যে আমাদের দেশের প্রেক্ষিতে মিথান্যাল বেশি হুমকিস্বরূপ। আমাদের দেশে মিথান্যাল ফরমালিন হিসাবে ব্যবহৃত হয়। মিথান্যালের 30–40% জলীয় দ্রবণই হলো ফরমালিন। কতিপয় অসাধু ব্যবসায়ী এখন মাছ, শাক-সবজি, ফলমূল ইত্যাদি সংরক্ষণ করে রাখার জন্য ফরমালিন ব্যবহার করে। ফরমালিন এসব খাদ্যদ্রব্যের সাথে মিশে যায়। ফরমালিন হলো একটা দ্রবণ যেটা ক্যান্সার ঘটাতে পারে এবং মানুষের কিডনি ও লিভারের ক্ষতি করে। ফরমালিন যুক্ত খাদ্য হজমের সময় অন্তঃস্থ অঙ্গের সাথে দ্রুত বিক্রিয়া করতে পারে, যখন পাকস্থলি খালি থাকে এবং চরম ডায়রিয়া ও বমি ঘটাতে পারে। যেটা তীব্র আকার ধারণ করলে মানুষের নার্ভ সিস্টেমকে অকেজো হয়ে যায়। অপরদিকে বেনজিন সাধারণত পরিবেশে ছড়িয়ে পড়ে কলকারখানা, গাড়ির ধোঁয়া, কয়লা দহন ইত্যাদি কারণে। 'বেনজিন একটি অতিপরিচিত ক্যান্সার সৃষ্টিকারী যৌগ। বায়ুমণ্ডলে বেনজিনের উপস্থিতি লিউকোমিয়া রোগ সৃষ্টি করে। আমেরিকান পেট্রোলিয়াম ইনস্টিটিউটের মতে, বেনজিনের নিরাপদ ঘনমাত্রা হচ্ছে, শূন্য। অর্থাৎ বেনজিনের কোন নিরাপদ ঘনমাত্রা নেই। তবে, খাদ্যদ্রব্যে এর এখানও ব্যবহার নেই বলে ক্ষতিকর দিকে থাকা সত্ত্বেও আমাদের দেশে বেনজিন, ফরমালিন অপেক্ষা কম ঝুঁকিপূর্ণ।

প্রশ্ন ▶ ১৬



[সি. বো. ২০১৬]

ক. অরবিটাল কী? ১
খ. নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে গিয়ে পরিষ্কার হয় কেন? ২
গ. 'A' যৌগ থেকে 'B' যৌগ প্রস্তুতি সমীকরণসহ বর্ণনা করো। ৩
ঘ. মাছ সংরক্ষণে 'A' ও 'B' যৌগদ্বয়ের মধ্যে কোনটি অধিক উপযোগী? বিশ্লেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারদিকে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও নির্দিষ্ট শক্তিযুক্ত ইলেকট্রন মেঘের অবস্থানের সম্ভাবনা 90–95% হয়ে থাকে, ইলেকট্রন মেঘের সে এলাকাকে অরবিটাল বলা হয়।

খ নদীর ঘোলা পানিতে কাদা, মাটি ইত্যাদি কলয়েড কণা ঋণাত্মক আধানে চার্জিত অবস্থায় থাকে। নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে আসলে সমুদ্রের পানিতে উপস্থিত লবণগুলির Na^+, K^+ ইত্যাদি দ্বারা ঘোলা পানির ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত কলয়েড কণাগুলো প্রশমিত হয়। ফলে পানি পরিষ্কার হয়ে যায়।

গ প্রশ্নে প্রদত্ত শর্করা (A) থেকে জৈব এসিড (B) প্রস্তুতি নিম্নে সমীকরণসহ আলোচনা করা হলো:
অবশিষ্ট অংশ ৫(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ১৭ $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[30^\circ C]{\text{ইনভার্টেজ}} A + B$

$A + B \xrightarrow[30^\circ C]{\text{জাইমেজ}} C + D$

$C + O_2 \xrightarrow{\text{এসিটোব্যাক্টর}} E + H_2O$ *[সি. বো. ২০১৬]*

ক. আংশিক পাতন কী? ১
খ. R_f এর মান 1 এর চেয়ে কম কেন? ২
গ. উদ্দীপকের E এর উৎপাদন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩
ঘ. E যৌগটি খাদ্য সংরক্ষণে ভূমিকা রাখে বলে মনে কর কিনা— কারণসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একাধিক তরলের মিশ্রণ থেকে কোন উপাদান তরল পদার্থকে অংশ অংশ করে পাতিত করে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে আংশিক পাতন বলে।

খ সমতলীয় ক্রোমাটোগ্রাফিতে স্থির মাধ্যমের উপর দিয়ে দ্রব কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সচল দ্রাবক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বের অণুপাতকে R_f বলে। যেহেতু কোনো যৌগের অতিক্রান্ত দূরত্ব দ্রাবক অপেক্ষা কম হয় তাই R_f এর মান সর্বদা 1 এর চেয়ে কম হয়। অর্থাৎ R_f এর সর্বোচ্চ মান 1 এবং সর্বনিম্ন মান 0 (শূন্য) হতে পারে।

গ সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটিকে সম্পন্ন করে পাই,

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[30^\circ C]{\text{ইনভার্টেজ}} \underset{\substack{\text{গ্লুকোজ} \\ (A)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\substack{\text{ফ্রুক্টোজ} \\ (B)}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[30^\circ C]{\text{জাইমেজ}} \underset{(C)}{2CH_3CH_2OH} + \underset{(D)}{CO_2}$$

$$\underset{C}{CH_3CH_2OH} + O_2 \xrightarrow{\text{এসিটোব্যাক্টর}} \underset{\substack{\text{ভিনেগার} \\ (E)}}{CH_3COOH} + H_2O$$

ভিনেগার এর উৎপাদন প্রক্রিয়া: অ্যালকোহলের জারণ বিক্রিয়ায় –OH মূলকের H পরমাণু এবং –OH মূলক সংলগ্ন কার্বন থেকে একটি H পরমাণু জারকের অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে পানি গঠন করে। ফলে কার্বনিল যৌগ গঠিত হয়। এই কার্বনিল যৌগ পুনরায় জারিত হয়ে এসিড তথা ভিনেগার প্রস্তুত করে।

ঘ E যৌগটি (CH_3COOH) বা ভিনেগার খাদ্য সংরক্ষণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। মূলত ভিনেগার (CH_3COOH) একটি প্রাকৃতিক উপজাত বস্তু।
ভিনেগার যোগে খাদ্য সংরক্ষণের পদ্ধতিকে পিক্‌লিং (pickling) বলে। এখানে খাদ্য হতে পানি সরানোর জন্য প্রথমে খাদ্যকে গাঢ় লবণ পানিতে (ব্রাইন) সিক্ত করা হয়। পরে ভিনেগারে ডুবানো হয়। ভিনেগার যোগে খাদ্য সংরক্ষণের মূল বিষয় হলো এর উপস্থিতিতে খাদ্যদ্রব্য বাতাসের অক্সিজেন, আর্দ্রতা হতে দূরে থাকতে পারে। ফলে খাদ্যে পচন বা খাদ্যের বর্ণ পরিবর্তন রোধ হয়। খাদ্যদ্রব্য নষ্ট হওয়ার অপর কারণ হলো 'তাপমাত্রা'। ভিনেগার ব্যবহারে খাদ্যের তাপমাত্রা এমন পর্যায়ে থাকে যে, এতে ব্যাকটেরিয়া বা এনজাইম জন্ম নিতে পারে না। কারণ আমরা জানি খাদ্য মূলত দুটি কারণে নষ্ট হয়। একটি হলো প্যাথোজেনের (pathogens) আক্রমণে অর্থাৎ রোগ সৃষ্টিকারী জীবাণু, যেমন ব্যাকটেরিয়া এবং ছত্রাক দ্বারা। ২য়টি হলো- জারণের ফলে খাদ্যের পুষ্টিকর উপাদান ভেঙে যায়। অর্থাৎ খাদ্যের কোষ প্রাচীর জারণের ফলে ভাঙন ধরে এবং খাদ্য ধীরে ধীরে নষ্ট হতে থাকে।

ভিনেগারের ব্যবহারে এ দুটি প্রক্রিয়াই ব্যাহত হয় বলে খাদ্যে জীবাণুর আক্রমণ রোধ হয় এবং গুণসম্পন্ন খাদ্য হিসেবে সংরক্ষিত হয়। এছাড়াও ভিনেগারের ইথানয়িক এসিড অণু হতে প্রোটন (H^+) আয়ন বিমুক্ত হয়, যা ব্যাকটেরিয়ার প্রোপিন এবং চর্বিকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করে ফলে ব্যাকটেরিয়া মারা যায়।

$$CH_3 - COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$

এ পদ্ধতিতে সবজি, মাংস, মাছ, ডিম, ফল এমনকি বাদাম সংরক্ষণ করা যায় এবং পিকলিং পদ্ধতিতে 4–6% ভিনেগার দ্রবণ ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৮ অ্যামোনিয়া দ্রবণ, আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল ও ডিটারজেন্ট-এর মিশ্রণ একটি পরিষ্কারক। *[য. বো. ২০১৭]*

ক. দহন তাপ কী? ১

খ. রাইডার ব্যবহার কেন প্রয়োজন ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের মিশ্রণটির পরিষ্কারকরণ কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. মিশ্রণটিতে অ্যামোনিয়ার পরিবর্তে একটি তীব্র ক্ষার ব্যবহার করলে পরিষ্কারকটির প্রয়োগক্ষেত্র ভিন্ন হয়ে যায়– ব্যাখ্যা করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

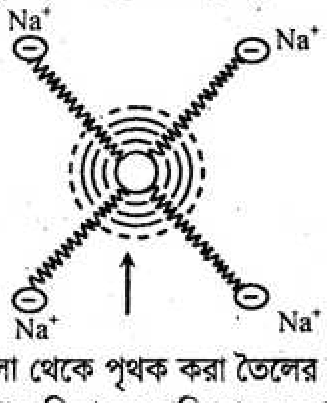
ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে 1 মোল কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থকে অক্সিজেনে সম্পূর্ণরূপে দহন করলে তাপের যে পরিবর্তন ঘটে তাকে দহন তাপ বলে।

খ রাসায়নিক ব্যালেন্সের একটি পৃথক ওজন বাক্স থাকে। তাতে ১ থেকে ১০০ গ্রাম এবং ১ থেকে ৫০০ মিলিগ্রাম পরিমাপের অনেকগুলো ওজন থাকে। রাসায়নিক ব্যালেন্সের সাহায্যে সাধারণত দুই দশমিক স্থান পর্যন্ত ওজন পরিমাপ করা যায়। কিন্তু মাত্রিক বিশ্লেষণের অনেক ক্ষেত্রে সূক্ষ্ম ওজন নির্ণয়ের স্বার্থে তিন বা চার দশমিক স্থান পর্যন্ত মান প্রয়োজন হয়। যার জন্য রাইডার ব্যবহৃত হয়। রাইডার হলো নির্দিষ্ট জানা ভরের একটি অতি সূক্ষ্ম ধাতব তারের বাকানো টুকরা যা ব্যালেন্সের বীমের উপর দিয়ে চলাচল করতে পারে। প্রতিটি রাইডারের জন্য নির্দিষ্ট ভরের একটি স্থির সংখ্যা সূচক মান গণনা করা যায়। এ স্থির মানকে রাইডার ধ্রুবক বলা হয়।

গ প্রদত্ত মিশ্রণটি হলো গ্লাস ক্লিনার। গ্লাসে লেগে থাকা ময়লার মধ্যে থাকে গ্রিজ বা চর্বি ও ধুলাবালি। গ্রিজ বা তৈলাক্ত পদার্থকে দ্রবীভূত করার জন্য ক্লিনারে অ্যামোনিয়া ব্যবহৃত হয়। আবার ডিটারজেন্ট wetting agent রূপে পানির surface tension কে হ্রাস করে। ফলে মূল পরিষ্কারক NH_4OH ময়লাকে দূর করতে পারে। ডিটারজেন্টের অ্যানায়নিক প্রান্ত হাইড্রোফিলিক হওয়ায় কাচের তলকে সিক্ত করতে সাহায্য করে। অন্যদিকে ডিটারজেন্টের অপর প্রান্ত লিপোফিলিক হওয়ায় এটি তৈলাক্ত ময়লার সাথে আবদ্ধ হয়ে কাচতল থেকে ময়লাকে তুলে ফেলে। এছাড়া পানি গ্লাসে লেগে থাক এসব ময়লাকে ধুয়ে ফেলে। এছাড়াও চতুর্থ উপাদান আইসো প্রোপাইল অ্যালকোহল কাচের গায়ে লেগে থাকা পানিকে শুষে নেয়।

ডিটারজেন্ট : $CH_3(CH_2)_{10} - CH_2 - OSO_3^-Na^+$

লিপোফিলিক (লেজ) হাইড্রোফিলিক (মাথা)



ময়লা থেকে পৃথক করা তৈলের কণা

চিত্র : গ্লাস ক্লিনারের পরিষ্কার করণ কৌশল

ঘ এখানে মিশ্রণটি গ্লাস ক্লিনার হিসেবে ব্যবহৃত হয়। মিশ্রণটিতে অ্যামোনিয়ার পরিবর্তে তীব্র ক্ষার NaOH ব্যবহার করলে মিশ্রণটির প্রয়োগ ক্ষেত্র ভিন্ন হয়ে যায়।

আমরা জানি, অধিকাংশ কাচের মূল উপাদান হিসেবে SiO_2 বিদ্যমান। উক্ত SiO_2 এর সাথে NH_3 দ্রবণ বিক্রিয়া করে না। কিন্তু তীব্র ক্ষার যেমন NaOH কাচের উপাদান SiO_2 এর সাথে বিক্রিয়ায় দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন করে। ফলে কাচ ক্ষয় হয়ে এর উপরিতলের মসৃণতা বিনষ্ট হয়। তাই মিশ্রণটিতে অ্যামোনিয়ার পরিবর্তে তীব্র ক্ষার ব্যবহার করলে তা গ্লাস ক্লিনার হিসেবে ব্যবহার করা যাবে না।

অপরদিকে টয়লেটে গ্লাস অপেক্ষা ভারী ময়লাসহ অণুজীব, তেল, গ্রিজ ও চর্বি বিদ্যমান হওয়ায় তা পরিষ্কারে শক্তিশালী ক্ষার ও ক্ষয়কারী পদার্থ কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয়। এতে ময়লা দ্রব্য অতিসহজে পরিষ্কার হয় যা অ্যামোনিয়ার পক্ষে পরিষ্কার করা সম্ভব নয়।

সুতরাং আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় মিশ্রণে অ্যামোনিয়ার পরিবর্তে তীব্র ক্ষার ব্যবহার করা হলেও তা গ্লাস ক্লিনারের পরিবর্তে কঠিন পরিষ্কারক হিসেবে টয়লেট ক্লিনারের কাজ করে।

প্রশ্ন ▶ ১৯ (A) NaOH (B) NH_4OH *[য. বো. ২০১৬]*

ক. কোয়ান্টাম সংখ্যা কী? ১

খ. দ্রবণে Fe^{+3} আয়ন তুমি কিভাবে সনাক্ত করবে? ২

গ. টয়লেট পরিষ্কারকরণে (A) এর ভূমিকা লেখো। ৩

ঘ. গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে উদ্দীপকের কোন যৌগটি উপযুক্ত- বিক্রিয়াসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর কক্ষপথের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস এবং ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক প্রকাশকারী চারটি সংখ্যাকে একত্রে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

খ একটি পরীক্ষানলে 1 – 2 mL মূল দ্রবণ বা Fe(III) লবণের দ্রবণ নিয়ে তাতে 1 – 2 ফোঁটা $K_4[Fe(CN)_6]$ যোগ করা হলে তাতে গাঢ় নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ পড়ে।

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি হলো–

$$Fe^{3+} + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow \underset{\text{গাঢ় নীল}}{KFe[Fe(CN)_6]\downarrow} + 3K^+$$

এটি Fe(III) আয়ন শনাক্তকরণের নিশ্চিত পরীক্ষা।

গ টয়লেট ক্লিনার প্রস্তুতিতে গাঢ় NaOH এর জলীয় দ্রবণ ব্যবহার করা হয়। টয়লেটে লেগে থাকা কঠিন ময়লার আস্তরণ ও জীবাণু পরিষ্কারকরণে NaOH এর OH^- আয়ন মূখ্য ভূমিকা রাখে। তবে NaOH, এর সাথে ডিটারজেন্ট, জীবাণুনাশক, সুগন্ধি ও রঞ্জক ব্যবহার করা হয়। টয়লেটে লেগে থাকা প্রোটিন হতে উৎপন্ন অ্যামাইড ($RCONH_2$) কে NaOH এর OH^- বিয়োজিত করে মুক্ত করে।

$$R - CONH_2 + NaOH \rightarrow R - COONa + NH_3$$

আবার টয়লেটে ময়লার তেল, গ্রিজ বা চর্বির এস্টারের সাথে NaOH বিক্রিয়া করে আবার মুক্ত করে ফেলে।

$$R - COOR' + NaOH \rightarrow R - COONa + R'OH$$

এতে উৎপন্ন সাবানের অণুতে পোলার ও অপোলার দুটি অংশ থাকে। সাবানের পোলার অংশ পানিতে দ্রবীভূত হয় এবং অপোলার অংশ অদ্রবণীয় তেল চর্বিকে চারদিক থেকে ঘিরে ফেলে। তখন ব্রাশ দিয়ে আলোড়িত করলে ময়লা দ্রবীভূত হয়ে পরিষ্কার হয়।

সুতরাং এটি স্পষ্ট যে NaOH তীব্র ক্ষারধর্মী হওয়ায় টয়লেটে লেগে থাকা কঠিন ময়লাকে সহজেই পরিষ্কারকরণে মূখ্য ভূমিকা পালন করে।

ঘ গ্লাস ক্লিনার গ্লাসের তেল, গ্রীজ, ময়লাকে অপসারিত করে একে ঝকঝকে পরিষ্কার রাখে। গ্লাস ক্লিনারের মূল উপাদান হলো মূলত NH_3 থেকে উৎপন্ন NH_4OH যা একটি মৃদু ক্ষার।

$$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH$$

NH_4OH এর OH^- আয়ন গ্লাসে লেগে থাকা গ্রীজ, তেল ও চর্বির সাথে বিক্রিয়া করে গ্লাস থেকে মুক্ত করে কিন্তু গ্লাসের উপাদানের সাথে কোনো বিক্রিয়া করে না।

$$R-COOR' + NH_4OH \rightarrow R-COONH_4 + R'OH$$

$$\text{গ্লাস} + NH_4OH \rightarrow \text{NO reaction.}$$

পক্ষান্তরে গ্লাস পরিষ্কারে NaOH ব্যবহার করা যায় না। কারণ এটি গ্লাসে বিদ্যমান উপাদান সিলিকার সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট উৎপন্ন করে গ্লাসকে ক্ষয় করে।

$$2NaOH + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

তাছাড়া NaOH তীব্র ক্ষয়কারক। তাই এটি অনেক কঠিন ময়লাকে পরিষ্কার করতে পারে এবং গ্লাসেরও ক্ষয় সাধন করে। ফলে গ্লাসের উপরিভাগের মসৃণ তা বিনষ্ট হয়।

সুতরাং উপরোক্ত আলোচনা এবং যৌক্তিকতার ভিত্তিতে বলা যায় NaOH তীব্র ক্ষয়কারী এবং NH_4OH অপেক্ষাকৃত দুর্বল ক্ষার। তাই NH_4OH গ্লাসের উপাদান মৌলের কোনো ক্ষতি না করে পরিষ্কারে ভূমিকা রাখে বিধায় (A) এবং (B) এর মধ্যে গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে (B) অর্থাৎ NH_4OH বেশি উপযোগী।

প্রশ্ন ▶ ২০ | ভিনেগার | NH_3 দ্রবণ | NaOH দ্রবণ |

A B C

[ব. বো. ২০১৫]

ক. প্রিজারভেটিভস্ কী? ১

খ. কোয়াগুলেশন বলতে কী বুঝ? ২

গ. খাদ্য সংরক্ষণে A এর কৌশল বর্ণনা কর। ৩

ঘ. গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে B ও C এর মধ্যে কোনটি অধিকতর উপযোগী— বিশ্লেষণ কর। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

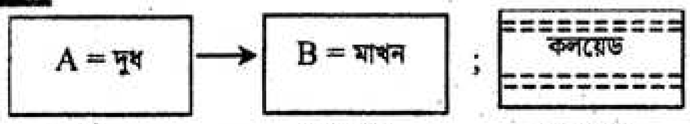
ক যে সব পদার্থ খাদ্যের সাথে পরিমিত পরিমাণে মিশিয়ে খাদ্যকে বিভিন্ন অণুজীব (ব্যাকটেরিয়া, ঈস্ট, মোল্ড) এর আক্রমণ থেকে রক্ষা করে তাদেরকে প্রিজারভেটিভস বলে।

খ কোয়াগুলেশন হলো এমন এক প্রক্রিয়া যার সাহায্যে কোন দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয়।

গ যৌগটি (CH_3COOH) খাদ্য সংরক্ষণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ভিনেগার (CH_3COOH) একটি প্রাকৃতিক উপজাত বস্তু। অবশিষ্ট অংশ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ২১



১ম অংশ ২য় অংশ

[ব. বো. ২০১৭]

ক. রাইডার ধ্রুবক কী? ১

খ. CO_2 গ্যাস, কিন্তু SiO_2 কঠিন কেন? ২

গ. উদ্দীপক অনুসারে A থেকে B প্রস্তুতপ্রণালী বর্ণনা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ২য় অংশের কণিকাসমূহ সাধারণ অবস্থায় জমাটবদ্ধ হয় না। কিন্তু ইলেকট্রোলাইটযোগে জমাটবদ্ধ করা যায়— বিশ্লেষণ করো। ৪

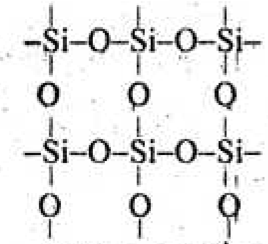
২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বীমের ওপর রাইডার স্থাপন করলে বীমের প্রতি দাগাংকনের জন্য যে ওজন পাওয়া যায় তাকে রাইডার ধ্রুবক বলে।

খ কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) অণুতে দুটি অক্সিজেন পরমাণু কার্বন পরমাণুর সাথে দ্বি-বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে এবং এর অণুগুলোর মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বল ক্রিয়াশীল। যেহেতু দুটি বিচ্ছিন্ন অণুর মধ্যকার এই আকর্ষণ শক্তি অপেক্ষাকৃত দুর্বল। তাই, CO_2 সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাস।

O = C = O

CO_2 এর গঠন



$(SiO_2)_n$ এর গঠন

অপরপক্ষে, সিলিকন ডাই-অক্সাইডে প্রতিটি Si পরমাণু চারটি করে অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ আণবিক গুচ্ছ তৈরি করে। সুতরাং, এদের মধ্যবর্তী সমযোজী বন্ধন ভাঙতে প্রচুর শক্তির প্রয়োজন হয়। এ কারণে, SiO_2 একটি কঠিন পদার্থ, কিন্তু CO_2 একটি গ্যাস।

গ **দুধ থেকে মাখন প্রস্তুত প্রণালী:** রাসায়নিকভাবে দুধ এবং মাখন দুটোই ইমালশন। দুধ হলো পানিতে চর্বির কণার ইমালশন এবং মাখন হলো চর্বিতে পানির কণার ইমালশন। সুতরাং উল্টাকরণ (inversion) প্রক্রিয়ায় পানিতে চর্বির কণার ইমালশনকে চর্বিতে পানির কণার ইমালশনে পরিণত করার মাধ্যমে দুধ থেকে মাখন তৈরি করা হয়। গরু, মহিষ, ছাগল, ভেড়া বিভিন্ন প্রাণীর দুধ থেকেই মাখন উৎপন্ন করা যায়। উৎপন্ন মাখনকে পানিমুক্ত করে মাখন প্রস্তুতি সম্পন্ন করা হয়।

মাখন পানিমুক্তকরণ: মাখন থেকে পানি অপসারণ দু'ভাবে করা যায়। প্রথমে ছাঁকন এবং এরপর চাপ প্রয়োগ করা। একটি পাতলা কাপড় দিয়ে ছেঁকে মাখনের অধিকাংশ পানি সরানো হয়। এরপর পরিষ্কার কাপড়ের ছাকনিতে নিয়ে বারবার পানি দিয়ে ধুয়ে চাপ দিয়ে পানি সরানো হয়। যতক্ষণ পর্যন্ত এ পানি স্বচ্ছ না হয় ততক্ষণ এভাবে পানি অপসারণ চলতে থাকে। এক পর্যায়ে চাপ দিলেও আর পানি বের হবে না। তখন মাখনকে সংগ্রহ করে 10°C এর নিচে সংরক্ষণ করা হয়।

ঘ যে ফেজটি কণা হিসেবে অপর ফেজে বণ্টিত থাকে তার কণার আকার যদি 10^3 cm অপেক্ষা ছোট তথা $> 10^{-7}$ থেকে 10^{-3} cm হয় তবে ঐ কণা খালি চোখে দেখা যায় না ঠিকই, কিন্তু আল্ট্রা মাইক্রোসকোপ-এ দেখা যায়। এ ধরনের সিস্টেমকে কলয়েড বলে।

কোন কলয়েড সিস্টেমের কলয়েডীয় কণাসমূহ (ডিসপার্স ফেজ) একত্রিত হয়ে বড় আকার ধারণ করে ডিসপার্সন মাধ্যম থেকে পৃথক হয়ে যাওয়ার বিষয়কে জটবন্ধন বা কোয়াগুলেশন বলে। অর্থাৎ কোয়াগুলেশন হলো কলয়েডের স্থিতিহীনতা। সব ধরনের কলয়েডের স্থিতিশীলতার জন্য অতি সামান্য পরিমাণে কিছু তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের উপস্থিতি প্রয়োজন। কলয়েডীয় কণার প্রকৃতি অনুসারে ইলেকট্রোলাইটের নির্দিষ্ট আয়ন ঐ কলয়েডের উপর অধিশোষিত হয়ে সমধর্মী চার্জের একটি স্তর গঠন করে। ফলে একই চার্জে চার্জিত কণাসমূহ পরস্পরকে বিকর্ষণ করায় কণাসমূহ একত্রিত হতে পারে না বলে পৃথক সত্ত্বা নিয়ে ডিসপার্সন মাধ্যমে বণ্টিত থাকে এবং কলয়েড স্থিতিশীল হয়। যেমন– আর্সেনাস সালফাইড (As_2S_3) সল। এতে H_2S গ্যাস চালনা করলে দ্রবণে উৎপন্ন S^{2-} আয়ন কলয়েড কণার উপর অধিশোষিত হয়ে কণাসমূহকে ঋণাত্মক চার্জ যুক্ত করে। সমধর্মী চার্জের এ কণাসমূহ পরস্পরকে বিকর্ষণ করায় As_2S_3 সল স্থিতিশীলতা লাভ করে।

তাই, উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে, উল্লেখিত ২য় অংশের বা কলয়েডের কণিকাসমূহ সাধারণ অবস্থায় জমাটবদ্ধ হয় না কিন্তু উপযুক্ত ইলেকট্রোলাইটযোগে জমাটবদ্ধ হয়।

প্রশ্ন ▶ ২২ একজন তরুণ উদ্যোক্তা আম, আপেল, আনারস, পেয়ারা প্রভৃতি ফলকে কৌটাজাত করতে গিয়ে রাসায়নিক প্রিজারভেটিভ সোডিয়াম সালফাইটের পরিবর্তে প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভ হিসেবে চিনি দ্রবণ ব্যবহার করেন। *[ব. বো. ২০১৬]*

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১

খ. $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$-এর গলনাংক কম কেন? ২

গ. তরুণ উদ্যোক্তা যে পদ্ধতি অবলম্বন করেছেন, তাতে বিভিন্ন ধাপের তাপমাত্রা সুনির্দিষ্ট মানে থাকা জরুরী— ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত ১ম প্রিজারভেটিভটির পরিবর্তে ২য় প্রিজারভেটিভটি ব্যবহারের সিদ্ধান্ত তুমি কি একমত? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিক্রিয়ককে উৎপাদে পরিণত হতে হলে সর্বনিম্ন যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করতে হয় তাকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ Fe^{3+} এর আয়নিক ব্যাসার্ধ 0.60Å এবং Fe^{2+} এর আয়নিক ব্যাসার্ধ 0.75Å। ফাযানের নীতি অনুযায়ী, কোনো তড়িৎযোজী বন্ধনে অংশ গ্রহণকারী ক্যাটায়নের আকার যতো ছোট হয়, তার অ্যানায়নকে পোলারায়িত করার সামর্থ্যও তার অধিক হয়। ক্যাটায়নের ব্যাসার্ধ কম হলে চার্জ ঘনত্বের মাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং নিউক্লিয়াস হতে ইলেকট্রন মেঘের প্রতি আকর্ষণও বৃদ্ধি পায়। ফলে, তড়িৎযোজী বন্ধনের সমযোজী বৈশিষ্ট্য শর্তানুসারে বেড়ে যায়। তাই $FeCl_3$ লবণের সমযোজী বৈশিষ্ট্য $FeCl_2$ লবণের চেয়ে অধিকতর। সমযোজী যৌগের গলনাংক তুলনামূলকভাবে কম। আর এ কারণেই $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ এর গলনাংক কম।

গ প্রশ্ন অনুযায়ী তরুণ উদ্যোক্তা এক্ষেত্রে খাদ্য কৌটাজাতকরণ বা ক্যানিং প্রক্রিয়ার মাধ্যমে প্রদত্ত ফলগুলি সংরক্ষণ করেছে। এক্ষেত্রে খাদ্যকে প্রক্রিয়াজাত করে উপযুক্ত প্রিজারভেটিভস যোগ করে পরিষ্কার ও জীবাণুমুক্ত করে খাদ্যকে কৌটায় সংরক্ষণ করা হয়। খাদ্য কৌটাজাতকরণে নিম্নলিখিত ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়।

খাদ্যদ্রব্য সংগ্রহ → বাছাইকরণ → ওজন নেয়া → ধৌতকরণ → খোসা ছড়ানো ও টুকরাকরণ → ব্লাঞ্চিং → প্রিজারভেটিভস যোগ → এগজস্টিং → সিলিং → স্টেরিলাইজিং → ঠান্ডা করা → লেবেল লাগানো → সংরক্ষণ

ধাপগুলির মধ্যে কতগুলো ধাপে খাদ্যকে প্রয়োজনীয় তাপ প্রদান করা হয়। যেমন:

ব্লাঞ্চিং: এ ধাপে খাদ্যকে ফুটন্ত পানিতে বা জলীয় বাষ্পে 5-10 মিনিট রাখা হয় যাতে খাদ্যের জীবাণু ও এনজাইম সম্পূর্ণ ধ্বংস হয় এবং কটু ঘ্রাণ অপসারিত হয়।

একজসটিং: এ ধাপে খাদ্য দ্রব্যকে কৌটায় নিয়ে কৌটার 2/3 অংশ পানিতে ডুবিয়ে 95-110°C তাপমাত্রায় 5-7 মিনিট উত্তপ্ত করা হয় যেন পাত্রের সব বায়ু বের হয়ে যায়। কেননা পাত্রে বায়ু থাকলে অণুজীব জন্মানোর সম্ভাবনা থাকে।

স্টেরিলাইজিং: খাদ্যে বিদ্যমান সকল অণুজীব ধ্বংস এবং রান্নার কাজ সম্পন্ন করার জন্য অধিক এসিড বিশিষ্ট খাদ্যকে 90-100°C তাপমাত্রায় 30 মিনিট এবং কম এসিড বিশিষ্ট খাদ্যকে 120°C তাপমাত্রায় 1.5-2 ঘণ্টা তাপ প্রদান করা হয়।

তাই পর্যালোচনা শেষে এ সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে, খাদ্য কৌটাজাতকরণ প্রক্রিয়ায় খাদ্যকে সঠিক গুণসম্পন্ন বা খাদ্যের সঠিক মান বজায় রেখে দীর্ঘ সময় সংরক্ষণের ক্ষেত্রে বিভিন্ন ধাপের তাপমাত্রা সুনির্দিষ্ট থাকা জরুরি।

ঘ দেওয়া আছে, খাদ্য সংরক্ষণে ব্যবহৃত ১ম প্রিজারভেটিভসটি একটি কৃত্রিম রাসায়নিক প্রিজারভেটিভস। এটি খাদ্যকে জারণ এবং কালো দাগ সৃষ্টি হতে রক্ষা করে। এছাড়াও এটি খাদ্যের অণুজীব ধ্বংস করে। তাই সোডিয়াম সালফাইট প্রিজারভেটিভস হিসেবে কাঁচা ফল, শুকনা ফল, মিষ্টি খাবার, কাজু বাদাম প্রভৃতি সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু এর কিছু পার্শ্ব প্রতিক্রিয়া আছে। যেমন অধিক মাত্রায় খাদ্যে ব্যবহার করা হলে শারীরিক অবসাদ, মাথাব্যথা, এলার্জি, এমনকি ক্যান্সারও সৃষ্টি হতে পারে। তাই এটি খাদ্য সংরক্ষণে প্রিজারভেটিভস হিসেবে উপযোগী নয়।

অপরদিকে ২য় প্রিজারভেটিভস চিনি খাদ্যে ব্যবহৃত হলে এটি খাদ্যের পানি শোষণ করে দ্রবণে পরিণত করে এবং খাদ্যের সাথে মিশে সর্বত্র সুষম ঘনত্ব বজায় রাখে। এটি ব্যাকটেরিয়ার প্রাচীরে অভিস্রবণীয় চাপ সৃষ্টি করে কোষ প্রাচীরের ক্ষতি অথবা ধ্বংস করে দেয়। এটি খাদ্যে জন্মানো মোল্ড ও ঈস্টের বিরুদ্ধেও কার্যকরী ব্যবস্থা গড়ে তুলে। তদুপরি এটি প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষণ হওয়ায় এর কোনো উল্লেখযোগ্য পার্শ্ব প্রতিক্রিয়া নেই বললেই চলে।

তাই পর্যালোচনা থেকে বলা যায় যে, প্রশ্নে বর্ণিত ১ম প্রিজারভেটিভস অপেক্ষা ২য় প্রিজারভেটিভস ব্যবহার অধিক যুক্তিযুক্ত।

প্রশ্ন ▶ ২৩ ইথানল $(10\%) + O_2 \longrightarrow X + H_2O$

[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. শিল্ডিং ইফেক্ট কী? ১

খ. 0.005M H_2SO_4 দ্রবণের pH বের কর। ২

গ. ইথাইনের থেকে X যৌগ কীভাবে তৈরি করবে? ৩

ঘ. প্রিজারভেটিভ হিসেবে X যৌগের গুরুত্ব আলোচনা কর। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মৌলের সর্ববহিঃস্তর ও নিউক্লিওয়াসের মধ্যবর্তী কোনো শক্তিস্তর থাকলে ঐ মধ্যবর্তী শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের জন্য উক্ত পরমাণুর সর্ববহিঃস্তরের ইলেকট্রনের উপর আকর্ষণ শক্তি কমে যায় এবং এর প্রভাবে বিভিন্ন ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের উপর পরিলক্ষিত হয়, আচ্ছাদনকারী ইলেকট্রনের এই প্রভাবকেই আচ্ছাদন বা শিল্ডিং প্রভাব বলে।

খ $$H_2SO_4 \xrightarrow[\text{আয়নিত}]{100\%} 2H^+ + SO_4^{2-}$$

0.005 M $\quad$ 2×0.005 M

এখানে, H^+ এর ঘনমাত্রা, $[H^+] = (2 \times 0.005)M$
$= 0.01$ M

এখন, $pH = -\log[H^+]$
$= -\log(0.01)$
$= 2.0$

$\therefore$ 0.005 M H_2SO_4 এর $pH = 2.0$

গ উদ্দীপকের বিক্রিয়া: $$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{ব্যাকটেরিয়া}]{\text{অ্যাসিটোব্যাকটর}} CH_3COOH + H_2O$$

ইথানল $\qquad$ (X)

সমীকরণ থেকে দেখা যাচ্ছে X যৌগটি হলো ইথানয়িক এসিড।

ইথানয়িক এসিডের প্রস্তুতি: শিল্পক্ষেত্রে ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন থেকে বিশুদ্ধ ইথানোয়িক এসিড সংশ্লেষণ করা হয়। পেট্রোলিয়ামের তাপ বিয়োজনে উৎপন্ন ইথাইন গ্যাসকে 60°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে 2% মারকিউরিক সালফেট ও 20% লঘু সালফিউরিক এসিডের জলীয় দ্রবণে চালনা করা হয়। ফলে ইথান্যাল উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে $HgSO_4$ ও লঘু H_2SO_4 প্রভাবক রূপে কাজ করে।

$$HC \equiv CH \xrightarrow[2\%HgSO_4]{20\%\ H_2SO_4,\ 60^\circ C} CH_2CHO + H_2O$$

ইথান্যালকে ম্যাঙ্গানাস অ্যাসিটেট প্রভাবকের উপস্থিতিতে 60°C তাপমাত্রায় বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত করে ইথানোয়িক এসিড উৎপাদন করা হয়।

$$CH_3-CHO + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[60^\circ C]{Mn^{2+}} CH_3COOH$$

খ X যৌগটি হলো অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH).

ভিনেগার, অ্যাসিটিক এসিডের একটি 6–10% জলীয় দ্রবণ। সাধারণত সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত ভিনেগার হচ্ছে 6% এর জলীয় দ্রবণ। যদিও ভিনেগার অম্লীয়, তথাপি এটি একটি কার্যকর সংরক্ষক হিসেবে পরিগণিত। এর প্রধান কারণ হলো, ভিনেগার প্রস্তুতি অনেকটাই সহজ এবং দামেও সাশ্রয়ী। এটি একটি প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক। ভিনেগারের অ্যাসিটিক এসিডই মাইক্রো ব্যাকটেরিয়াকে বিনষ্ট করে।

ভিনেগারের অম্লীয় পরিবেশ দ্বারা খাদ্য দ্রব্যের pH অবনমিত হয় এবং অম্লীয় পরিবেশে কোনো অণুজীবের বংশবৃদ্ধি সম্ভব হয় না।

তদুপরি, অম্লীয় পরিবেশের মাধ্যমে খাদ্য বিনষ্টকারী অণুজীবের এনজাইম সক্রিয়তা হ্রাস পায়। অণুজীবের এনজাইমসমূহের কার্যকারিতার জন্য অত্যানুকুল pH এর মানের প্রয়োজন। সাধারণ অধিকাংশ এনজাইমের অত্যানুকূল pH মান 6.5–7.5 এর পরিসরে বিরাজ করে। ঈস্ট ও ব্যাকটেরিয়ার বিরুদ্ধে ভিনেগার একটি কার্যকর সংরক্ষক।

উৎপাদনের উৎস বিবেচনায় পাঁচ ধরনের ভিনেগার পাওয়া যায়। বিভিন্ন ধরনের ভিনেগারের কারণে তাদের ব্যবহারেও ব্যাপকতা রয়েছে। বিভিন্ন বৈচিত্র্যময় ব্যবহারের কারণে খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণে ভিনেগারের গুরুত্ব অন্যান্য সংরক্ষণের তুলনায় অত্যধিক।

১. **সাদা পাতিত ভিনেগার:** এ ধরনের ভিনেগার সাধারণত ফার্মাসিউটিক্যাল শিল্প ও রান্নাঘরে ব্যবহৃত হয়। পাতলা পতিত অ্যালকোহলের অম্লীয় ফার্মেন্টেশনে সাদা পতিত ভিনেগার উৎপাদন করা হয়।

২. **ফলজাত ভিনেগার :** মিশ্র ফল যেমন– আপেল, অরেঞ্জ, কলা, আনারস প্রভৃতি থেকে ক্যালকোহলিক ফারমেন্টেশনে এ ধরনের ভিনেগার প্রস্তুত করা হয়।

৩. **মদ ভিনেগার:** আঙুরের রসের অ্যালকোহলিক ফারমেন্টেশন ও অম্লকরণ প্রক্রিয়ায় এ ধরনের ভিনেগার উৎপন্ন করা হয়। ফ্রান্স ও ইটালিতে এর ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। একে লালমদ ভিনেগার ও বলা হয়। বিভিন্ন ধরনের অ্যালকোহলীয় পানীয়তে এর ব্যবহার রয়েছে।

৪. **চাল ভিনেগার:** চাল উৎপাদনকারী দেশসমূহ (বিশেষ করে এশিয়ায়) এ ধরনের ভিনেগার ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। চাল ভিনেগারের স্বাদ কিছুটা মৃদু এবং মিষ্টি। এর রঙ শস্যদানের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

৫. **স্বাদগন্ধযুক্ত ভিনেগার:** এ ধরনের ভিনেগার বিভিন্ন ধরনের তৃণজাতীয় উদ্ভিদ যোগ করা হয়। ভিনেগারের স্বাদগন্ধ বৃদ্ধিতে কোমল জাতীয় উদ্ভিদ যেমন– পুদিনা, মৌরী,ধনেপাতা ইত্যাদি যোগ করা হয়। ভেষজ স্বাদগন্ধযুক্ত সবচেয়ে পরিচিত ভিনেগারে ডিল জাতীয় তৃণলতা যোগ করে সুগন্ধি আয়ন করা হয়।

প্রশ্ন ▶ ২৪



[পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. লেনোনিন এর গঠন লিখ? ১

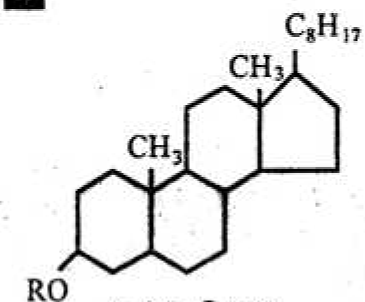
খ. 'কৃত্রিম বৃষ্টি" কীভাবে উৎপাদিত হয়? ২

গ. 'X' এর কৌটাজাতকরণ পদ্ধতি বর্ণনা করো। ৩

ঘ. Y ও Z এর মধ্যে পার্থক্য কী? ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক



(এস্টার মিশ্রণ)

$R = C_{17}H_{35} - \overset{O}{\overset{\|}{C}} -$ স্টিয়ারেট

$R = C_{15}H_{31} - \overset{O}{\overset{\|}{C}} -$ পামিটেট

খ যেসব এলাকায় বৃষ্টি হয় না সেখানে বিভিন্ন লবণ যেমন CaO, NH_4NO_3, $CaCl_2$, $CaCO_3$ ইত্যাদি লবণ ব্যবহার করলে এরা জলীয় বাষ্প শোষণ করে ঘণীভূত হয় এবং পরে তা বৃষ্টি রূপে ভূপৃষ্ঠে পতিত হয়; রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করে এরূপ বৃষ্টি সৃষ্টির প্রক্রিয়াকে কৃত্রিম বৃষ্টি বলে। আমেরিকার বিভিন্ন অঞ্চলে বরফ সহজে গলতে চায় না তখন এই পদ্ধতি প্রয়োগ করে কৃত্রিম বৃষ্টি সৃষ্টি করা হয়।

গ উদ্দীপকের x চিত্রটি হচ্ছে মাছ।

মাছ কৌটাজাতকরণ: প্রথমে মাছ নির্ধারিত করে ভালো করে পানিতে ধুয়ে নিতে হবে। পরে সুবধাজনক আকারে কেটে টুকরা করে মাথা, লেজ, নাড়িভুঁড়ি বাদ দেওয়া হয় এবং লবণাক্ত পানি দ্বারা ধৌত করা হয়। এ পর্যায়ে বাষ্প দ্বারা সিদ্ধ করা হয়। সিদ্ধ হওয়া মাছকে দীর্ঘক্ষণ ধরে ঠাণ্ডা করা হয়। এ অবস্থায় মাছকে মেশিনে চাপ প্রয়োগে কাটা হয় এবং কৌটায় ভরা হয় এবং নিমজ্জন দ্রবণ যোগ করা হয় যাতে লবণ ও সবজি তেল থাকে। কৌটাজাতকরণের সাধারণ প্রণালি অনুসরণ করে কৌটাটি বায়ুরোধী ও সিল করা হয়। সবশেষে কৌটার গায়ে প্রয়োজনীয় ও গুরুত্বপূর্ণ তথ্যসংবলিত লেবেল লাগানো হয়। মনে রাখা দরকার, মাছ সংরক্ষণ করার জন্য ব্যহবৃত কৌটার ZnO এর প্রলেপ ব্যবহার করা হয়।

ঘ উদ্দীপকের Y চিত্রটি মাখন এবং Z চিত্রটি ঘি নির্দেশ করে।

মাখন ও ঘি এর পার্থক্যঃ

পার্থক্য	মাখন	ঘি
১. সংজ্ঞা	মাখন হচ্ছে দুধ থেকে পৃথককৃত ফ্যাট জাতীয় উপাদানের ইমালশন যাতে পানি, চর্বি ও প্রোটিনের মিশ্রণ থাকে।	ঘি হচ্ছে পরিশোষিত মাখন যার প্রতিগ্রামে প্রায় ৯ কিলোক্যালরি শক্তি থাকে।
২. স্মোক পয়েন্ট	350°F (177°C)	4850°F(252°C)
৩. সম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিড	10 g tb sp(প্রতি টেবিলচামচ)	7g tb sp
৪.অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিড	3.5g (tb sp)	3tb sp
৫. পলি অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিড	0.5g (tb sp)	0 (tb sp)
৬. প্রতি 100 গ্রামে প্রাপ্ত শক্তি	700-800 kJ	46900 kJ

প্রশ্ন ▶ ২৫ ইথানল (10%) + O_2 $\xrightarrow{\text{অ্যাসিটোব্যাকটর}}$ উদ্দেশ্য + H_2O

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. অবস্থান্তর মৌল কী? ১

খ. $HClO_4$ এবং $HBrO_4$ এর মধ্যে কোনটি অধিক অম্লীয়? ২

গ. দুধ থেকে মাখন পৃথকীকরণের ধাপগুলো লিখ? ৩

ঘ. উদ্দীপকের গাজনকৃত জুস থেকে প্রিজারভেটিভ তৈরি করার পদ্ধতি বর্ণনা করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ কক্ষপথের d-অরবিটাল আংশিকভাবে পূর্ণ (d^{1-9}) থাকে, সে সকল মৌলকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

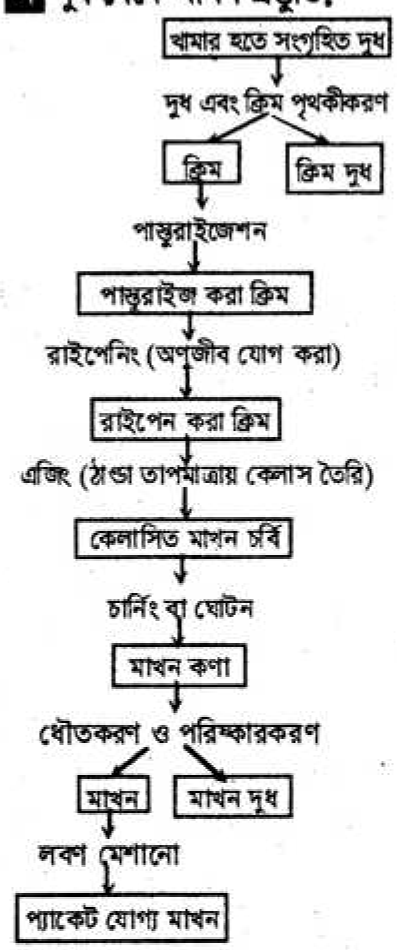
খ অক্সি এসিড সমূহের অম্লত্ব কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ মানের ওপর নির্ভর করে। ধনাত্মক জারণ মান যত বেশি হবে ঐ এসিডের অম্লত্ব তত বেশি হবে।

$HClO_4$ এবং $HBrO_4$ এর ক্ষেত্রে,

$$H\overset{+7}{Cl}O_4 \qquad H\overset{+7}{Br}O_4$$

যেহেতু এদের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান সমান তাই $HClO_4$ এর অম্লত্ব বেশি হবে। কেননা আকার ছোট হওয়ায় এর চার্জ ঘনত্ব বেশি।

গ **দুধ থেকে মাখন প্রস্তুতি:**



পাস্তুরাইজেশন: এনজাইম ও অণুজীব (ক্ষতিকারক) কে ধ্বংস করার জন্য ক্রীমকে 95°C বা আরও বেশি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। একে পাস্তুরাইজেশন প্রক্রিয়া বলে।

রাইপেনিং: কখনো কখনো প্রয়োজনীয় বৈশিষ্ট্য জানার জন্য (যেমন মাখনের মিষ্টতা, pH, স্বাদ ইত্যাদি) পাস্তুরাইজেশনের পর ক্রীমে কালচার /উপকারী অণুজীব মেশানো হয় যাকে রাইপেনিং বলে।

এজিং: ঠান্ডা তাপমাত্রায় রেখে দিলে গ্লোবিউল জাতীয় মাখন চর্বিগুলো কেলাস তৈরি করে। সাধারণত এতে ১২-১৫ ঘন্টা সময় প্রয়োজন হয়। মাখন চর্বিকে আলাদা করার পূর্বে এজিং খুবই ফলপ্রসূ।

ধৌতকরণ: এই প্রক্রিয়াতে মাখন কণার জলীয় দ্রবণ হতে, কঠিন মাখন ও তরল মাখন দুধকে আলাদা করা যায়। মাখন হতে মাখন দুধকে পরিষ্কার না করা গেলে মাখনের স্থায়িত্ব কমে যায় এবং মাখন সহজেই পঁচে যায়।

লবণ মেশানো: মাখনের স্বাদ ও দীর্ঘ স্থায়িত্ব বাড়ানোর উদ্দেশ্যে প্রিজারভেটিভ হিসেবে মাখনে লবণ মেশানো হয়।

ঘ ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়া শেষে দ্রবণে প্রায় 10% ইথানল থাকে। বড় আকারের একটি কাঠের পিপা (কাঠ দ্বারা তৈরি গোলাকার পাত্র বিশেষ) সংগ্রহ করতে হবে। পিপার মুখে ও তলদেশে সছিদ্র তাক যুক্ত থাকে। ঐ তাক দুটির মাঝখানে ভিজা কাঠের গুঁড়া দ্বারা ভর্তি করতে হবে। অতঃপর এ গুঁড়ার মধ্যে ব্যাকটেরিয়ার বৃদ্ধি সহায়ক $(NH_4)_2SO_4$ ও $(NH_4)_3PO_4$ যোগ করে এর মধ্যে মাইকোডার্মা অ্যাসিটি নামক ব্যাকটেরিয়া যোগ করতে হবে। এবার 10% ইথানলের জলীয় দ্রবণকে কাঠের পিপার উপর হতে নিচের দিকে সূক্ষ্ম ধারায় কাঠের গুঁড়ায় ভেতর দিয়ে প্রবাহিত করতে হবে।

একই সময় নিচের দিক হতে ছিদ্র পথে উপর দিকে বায়ু চালনা করতে হবে। এ সময় তাপমাত্রা 30-35°C হওয়াই বাঞ্ছনীয়। লঘু ইথানলের নিম্নমুখী স্রোত ও উর্ধ্বমুখী বায়ুর প্রবাহ পরস্পর মিলিত হয় এবং ব্যাকটেরিয়ার প্রভাবে ইথানল জারিত হয়ে ইথানোয়িক এসিডে পরিণত হয়।

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{অ্যাসিটি ব্যাকটেরিয়া}]{\text{মাইকোডার্মা}} CH_3COOH + H_2O$$

এ বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী এবং ব্যাকটেরিয়া স্বাভাবিক ক্রিয়া ও বৃদ্ধির জন্য অনুকূল তাপমাত্রা 30-35°C।



চিত্র: ভিনেগার প্রস্তুতি

এরূপে উৎপন্ন (6-10)% লঘু ইথানোয়িক এসিডকে সংগ্রহ করে ছেকে পরিষ্কার পাত্রে তিন মাসের জন্য অন্ধকার স্থানে রেখে দেওয়া হয়।

প্রশ্ন ▶ ২৬ $\text{Sugar (A)} \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{জাইমেস}} \text{B (L)} \xrightarrow{\text{জারণ}} \text{C}$

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১

খ. গ্লাস পরিষ্কারক হিসেবে NaOH ব্যবহৃত হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের A এবং B দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ পদ্ধতি ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের C দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ পদ্ধতি বিশ্লেষণ করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা তথা NaOH ব্যবহার করা হয় না, কারণ গ্লাসের প্রধান উপাদান হলো SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

ফলে গ্লাস ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না।

গ

$$\underset{\text{চিনি (A)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} \xrightarrow{H_2O} \underset{\text{গ্লুকোজ}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow[\text{এনজাইম}]{\text{জাইমেজ}} \underset{\text{ইথানল (B)}}{2CH_3-CH_2-OH}$$

উদ্দীপকের A যৌগটি হলো চিনি এবং B যৌগটি হলো ইথানল। নিম্নে এদের খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল বর্ণনা করা হলো–

খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে চিনি: চিনি দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণে চিনি খাদ্য হতে মুক্ত, চিনি ও পানি শোষণ করে দ্রবণে পরিণত করে এবং খাদ্যের সাথে মিশে সর্বত্র সুষম ঘনত্ব বজায় রাখে। আবার ব্যাকটেরিয়ার কোষের অভ্যন্তরে জলীয় অংশকে চিনির গাঢ় দ্রবণ অভিস্রবণ বা অসমোসিস প্রক্রিয়ায় শুষে নেয়। এর ফলে অণুজীবের বেঁচে থাকা ও বংশবিস্তার কঠিন হয়ে পড়ে। এছাড়াও চিনি খাদ্যের স্বাদ এবং গুণগত মান বাড়িয়ে দেয় বহুগুণে। আবার এটি কিছু উপকারী অণুজীব সৃষ্টির অনুকূল পরিবেশও তৈরি করে।

সুতরাং বলা যায় যে ফল জাতীয় খাদ্য দ্রব্য এবং আচারকে চিনির ব্যাকটেরিয়ার আক্রমণ হতে মূলত ব্যাকটেরিয়াকে নিষ্ক্রিয় করে রক্ষা করে প্রিজারভেটিভ হিসেবে কাজ করে।

খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে ইথানল: ইথানল একটি পোলার যৌগ। এটি জীবাণুর প্রোটিনের নাইট্রোজেনের সাথে হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত হয়ে প্রোটিনের টারসিয়ারী গঠন পরিবর্তন করে। ফলে জীবাণু মারা যায়। তাছাড়া এটি দ্রবণে সুষমভাবে থাকে ও খাবারের সাথে সুষম পাতলা স্তর তৈরি করে খাদ্যকে আলো ও বিভিন্ন রোগ জীবাণুর হাত থেকে রক্ষা করে। এভাবে খাবারের মধ্যে জীবাণু জন্মাতে দেয় না। ফলে খাদ্য অনেকদিন পর্যন্ত সতেজ ও সজীব থাকে।

ঘ ১১(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ২৭ A = NaOH, B = NH_4OH

[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. পোলারায়ন কাকে বলে? ১

খ. $FeCl_2$ ও $FeCl_3$ এর মধ্যে কোনটির গলনাংক বেশি ও কেন? ২

গ. উদ্দীপকের কোনটি গ্লাস পরিষ্কারক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয় ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. A ও B কেন ভিন্ন ভিন্ন কাজে ব্যবহৃত হয়– কৌশলসহ লিখো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো আয়নিক যৌগের ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘের বিকৃতিকে পোলারায়ন বলে।

খ $FeCl_2$ ও $FeCl_3$ এ Fe–এর জারণ সংখ্যা যথাক্রমে +2 ও +3। উভয় ক্ষেত্রে অ্যানায়ন ক্লোরিন। Fe^{2+} অপেক্ষা Fe^{3+} এর ধনাত্মক চার্জ বেশি হওয়ায় আকার ছোট। ফলে অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘের ওপর Fe^{2+} অপেক্ষা Fe^{3+}-এর দিকে বেশি বিকৃত হবে। অর্থাৎ পোলারাইজেশন বেশি হবে। ফলে $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ -এর সমযোজী ধর্ম বৃদ্ধি পাবে। আবার সমযোজী যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক আয়নিক যৌগ অপেক্ষা কম হয়। ফলে $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ -এর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক কম হবে।

গ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ A যৌগটি NaOH এবং B যৌগটি NH_4OH। যৌগ দুটি পরিষ্কারক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। NaOH মূলত টয়লেট পরিষ্কারক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

NaOH এর পরিষ্কারকারণ কৌশল:

টয়লেটের ময়লার তেল ও চর্বির সাথে কস্টিক সোডা NaOH বিক্রিয়া করে সাবান ও গ্লিসারিন তৈরি করে।

$$\begin{array}{l} CH_2{-}COOR \\ | \\ CH{-}COOR \\ | \\ CH_2{-}COOR \\ \text{(তেল/চর্বি)} \end{array} + NaOH \rightarrow \begin{array}{l} CH_2{-}OH \\ | \\ CH{-}OH \\ | \\ CH_2{-}OH \\ \text{(গ্লিসারিন)} \end{array} + 3R-COONa \quad \text{সাবান}$$

উৎপন্ন সাবান ও টয়লেট ক্লিনার প্রস্তুতির সময় সংযুক্ত সাবান পরিষ্কারক হিসেবে মুখ্য ভূমিকা পালন করে। সাবানের অণুতে পোলার ও অপোলার এ দুটি অংশ থাকে। সাবানের এক প্রান্তের পোলার কার্বক্সিলেট আয়ন হাইড্রোফিলিক ও অপর প্রান্তের অপোলার অংশ থাকে। হাইড্রোফিলিক পানিতে দ্রবণীয় ও পোলার। লিপোফিলিক তেল, চর্বিতে দ্রবণীয় এবং অপোলার।

$CH_3-(CH_2)_{16}$	–	COO^-Na^+
পানিতে অদ্রবণীয়		পানিতে দ্রবণীয়
অপোলার অংশ লেজ		পোলার অংশ মাথা

টয়লেট ক্লিনার যখন পানির সংস্পর্শে এসে গলে যায় তখন সাবানের হাইড্রোফিলিক কার্বক্সিলেট আয়ন পানিতে দ্রবীভূত হয় এবং হাইড্রোফোবিক পানিতে অদ্রবীভূত থেকে যায়। ফলে টাইলস এর উপরিতলে সাবানের একটি সূক্ষ্মস্তর সৃষ্টি হয়। যখন ব্রাশ দিয়ে আলোড়িত করা হয় তখন তেলও ময়লার সূক্ষ্ম কণাগুলো টাইলস হতে আলাদা হয়ে যায় এবং পানিতে ভেসে ওঠে। তেল ও ময়লার কণাগুলো সমধর্মী চার্জের কারণে পরস্পর বিকর্ষণে ইমালশনে পরিণত হয় যা পানি দ্বারা ধুয়ে অপসারণ করা হয়।

NaOH গ্লাস পরিষ্কারকরণে ব্যবহার করা হয় না। কেননা এটি গ্লাসের উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে গ্লাস ক্ষয় করে।

$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3$$

অন্যদিকে NH_4OH গ্লাস ক্লিনার হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

গ্লাস ক্লিনার হিসেবে ব্যবহারের কৌশল:

গ্লাস ক্লিনারের NH_3 তৈলাক্ত পদার্থকে দ্রবীভূত করে। এটি wetting agent রূপে পানির surface tension কে হ্রাস করে। NH_3 এর জলীয় দ্রবণ NH_4OH উৎপন্ন করে। NH_4OH এর অ্যানায়নিক প্রান্ত হাইড্রোফিলিক হওয়ায় কাচের তলকে সিক্ত করে। গ্লাস ক্লিনারের যে অংশ পানিতে অদ্রবণীয় সেটি হাইড্রোফোবিক অংশ। এ হাইড্রোফোবিক অংশ তেল বা চর্বির হাইড্রেফোলিক অংশের সাথে যুক্ত হয়ে একটি অদ্রবণীয় ইমালশন তৈরি করে। এরপর পানিতে ধুয়ে নিলেই গ্লাসটি পরিষ্কার হয়ে যায়।

NH_4OH দুর্বল ক্ষার। তাই এটি টয়লেট ক্লিনার হিসেবে ব্যবহার করা হলে ময়লা পরিষ্কার হবে না। তাই যৌগ দুটি ভিন্ন ভিন্ন কাজে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ▶ ২৮ ইথানল (10%) + $O_2 \longrightarrow Z + H_2O$

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. হাইড্রোজেন বন্ধন কী? ১

খ. $HClO_4$ এবং H_3PO_4 এর মধ্যে কোনটি বেশি অম্লীয়? ২

গ. ইক্ষু রস থেকে Z এর প্রস্তুতি কীভাবে করা হয়? ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. প্রিজারভেটিভ হিসাবে Z এর ভূমিকা বিশ্লেষণ করো। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হাইড্রোজেন পরমাণু যুক্ত দুটি পোলার সমযোজী অণু পরস্পরের নিকটবর্তী হলে, একটি অণুর ধনাত্মক প্রান্তের সাথে অপর অণুর ঋণাত্মক প্রান্তের দুর্বল আকর্ষণী বল দ্বারা সৃষ্ট বন্ধনকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

খ অক্সি এসিড সমূহের অম্লত্ব, এর কেন্দ্রীয় পরমাণুর ধনাত্মক জারণ মানের উপর নির্ভর করে। যে এসিডের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ সংখ্যা যত বেশি তার অম্লত্ব তত বেশি।

$$H\overset{+7}{Cl}O_4 \text{ এবং } H_3\overset{+5}{P}O_4$$

যেহেতু $HClO_4$ এ Cl (কেন্দ্রীয় পরমাণু) এর জারণ মান বেশি তাই $HClO_4$, H_3PO_4 অপেক্ষা অধিক অম্লীয়।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ২৯ (i) ১০% অ্যালকোহল + O_2 $\xrightarrow{\boxed{\text{অ্যাসিটোব্যাক্টর}}}$ A + H_2O

(ii) A + NaOH $\longrightarrow$ B + H_2O *[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]*

ক. ব্লাঞ্চিং কী? ১

খ. সাসপেনশন এবং কলয়েডের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২

গ. উদ্দীপকের 'A' যৌগের প্রিজারভেটিভ হিসাবে গুরুত্ব লিখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের, 'A' এবং "B" এর দ্রবণে এসিড বা ক্ষার যোগ করলে pH এর মান কীভাবে নিয়ন্ত্রিত হয়–আলোচনা কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক টুকরা করা কাঁচা খাদ্য বস্তুকে ফুটন্ত পানিতে বা ফুটন্ত পানি বাষ্পে 5-10 মিনিট উত্তপ্ত করার প্রক্রিয়াকে ব্লাঞ্চিং বলে।

খ কলয়েড ও সাসপেনশনের মধ্যে দুটি পার্থক্য হলো:

i. কলয়েড মিশ্রণ সুস্থিত থাকে কিন্তু সাসপেনশনের বেলায় কণাগুলো ধীরে ধীরে অধঃক্ষিপ্ত হতে থাকে।

ii. কলয়েড কণার ব্যাস (2 nm – 500 nm) এবং সাসপেনশন কণায় ব্যাস > 500 nm

গ ৭(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৫(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶৩০ $X_2O + H_2O \longrightarrow Y$

$Y + NH_4Cl \longrightarrow Z + XCl + H_2O$

এখানে X হলো পর্যায় ৩ এবং গ্রুপ ১ এর মৌল। উপরের বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত Y এবং Z ব্যবহার করা হয় পরিস্কারক হিসেবে।

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ, বরিশাল]

ক. ভ্যানিশিং ক্রিমের প্রধান উপাদান কী? ১

খ. K_c এর মান শূন্য বা অসীম হয় না কেন? ২

গ. চর্বির আর্দ্র বিশ্লেষণে যদি Y যৌগটি ব্যবহৃত হয় তাহলে উৎপন্ন যৌগের পরিষ্কার করার কৌশল আলোচনা কর। ৩

ঘ. Y এবং Z যৌগের মাঝে একটি গ্লাস পরিষ্কারক, অন্যটি টয়লেট গ্লাস পরিষ্কারক, অন্যটি টয়লেট পরিষ্কারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়– বিশ্লেষণ করো। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভ্যানিসিং ক্রিমের মূল উপাদান : পানি, গ্লিসারিন ও স্টিয়ারিক এসিড।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C][D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A][B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ উদ্দীপকের Y যৌগটি হলো NaOH। এর দ্বারা চর্বির আর্দ্র বিশ্লেষণে সাবান উৎপন্ন হয়। সাবানের ময়লা পরিষ্কার করার কৌশল হলো–

কাপড়ের সুতায় তৈল ও গ্রীজ দ্বারা ময়লা আটকে থাকে। তাই ময়লা দূর করতে হলে আটকে থাকা তৈল ও গ্রীজের পাতলা স্তরকে কাপড় থেকে আলাদা করতে হয়। সাবানের অণুতে পোলার ও অপোলার এ দুটি অংশ আছে। সাবানের এক প্রান্তের পোলার কার্বক্সিলেট আয়ন হলো হাইড্রোফিলিক (পানিতে দ্রবণীয়) ও লিপোফোবিক (তৈল ও চর্বিতে অদ্রবণীয়)। অপর অংশ হলো সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ দীর্ঘ হাইড্রোকার্বন শিকল, যা হলো হাইড্রোফোবিক (পানিতে অদ্রবণীয়) ও লিপোফিলিক (তৈল ও চর্বিতে দ্রবণীয়)।

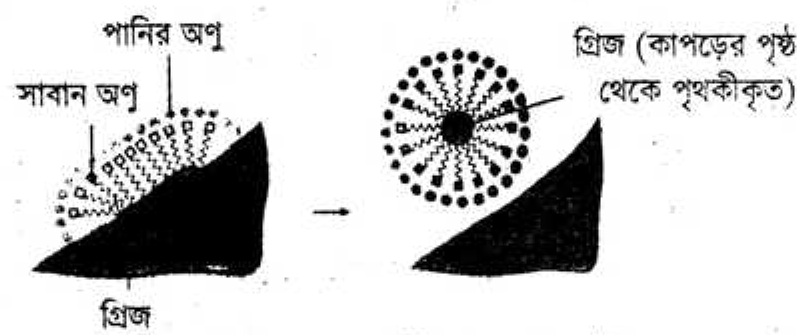
$$CH_3CH_2CH_2 - (CH_2)_{12}CH_2 - CH_2 - COO^-Na^+$$

পানিতে অদ্রবণীয় — পানিতে দ্রবণীয়

অপোলার অংশ (লেজ) — পোলার অংশ (মাথা)

যখন পানিতে সাবান গলে যায়, তখন সাবানের হাইড্রোফিলিক কার্বক্সিলেট আয়ন পানিতে দ্রবীভূত হয়; কিন্তু হাইড্রোফোবিক দীর্ঘ হাইড্রোকার্বন শিকল পানিতে অদ্রবীভূত থাকে। এর ফলে পানির উপরি তলে সাবানের এক অণু বিশিষ্ট একটি অতি সূক্ষ্ম স্তর সৃষ্টি হয়। সাবানের জলীয় দ্রবণে ময়লা কাপড় যখন ডুবানো হয় তখন কাপড়ের ময়লাযুক্ত তৈলাক্ত স্তরে সাবানের দীর্ঘ হাইড্রোকার্বন শিকলটি দ্রবীভূত হয় এবং সাবানের পোলার কার্বক্সিলেট আয়ন পানিতে দ্রবীভূত হয়ে যায়। সাবানের আয়নসমূহ তৈলের সূক্ষ্ম কণাকে ঘেরাও করে এবং তৈলের বলয়ের মধ্যে সাবানের লেজ ঢুকে পড়ে [চিত্র দ্রষ্টব্য]। কাপড়কে যখন আছড়ানো হয় বা পানিতে আলোড়িত করা হয়, কাপড়ের সূতা থেকে তৈলের সূক্ষ্ম কণাগুলো আলাদা হয়ে পানিতে ভেসে উঠে। ফলে কাপড় পরিষ্কার হয়।





চিত্র: সাবানের ময়লা পরিষ্কার করার কৌশল

ঘ ৭ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶৩১ AgBr এর ঘোলা দ্রবণ (A) | Orange জেলি (B) | দুধ (C)

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

ক. পাস্তুরায়ন কী? ১

খ. প্রিজারভেটিভ খাদ্য নিরাপত্তা নিশ্চিত করে– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. A এর সাথে NaCl এর জলীয় দ্রবণের পার্থক্য বিদ্যমান– আলোচনা করো। ৩

ঘ. B এবং C উভয়েই কলয়েড কিন্তু তাদের গঠনগত পার্থক্য বিদ্যমান– বিশ্লেষণ করো। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এনজাইম ও ক্ষতিকারক অণুজীবকে ধ্বংস করার জন্য ক্রীমকে 95°C বা আরও বেশি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার প্রক্রিয়াকে পাস্তুরাইজেশন বলে।

খ প্রিজারভেটিভস খাদ্যবস্তুকে সংরক্ষণের ক্ষেত্রে কিছু পরিবর্তন এবং কৌশল অবলম্বন করে। যেমন- এন্টিমাইক্রোবিয়াল প্রিজারভেটিভস খাদ্য বস্তুতে ব্যাকটেরিয়া, ঈস্ট, মোল্ড ইত্যাদি অণুজীবের সংক্রমণে বাধা দেয়। এন্টিঅক্সিডেন্ট প্রিজারভেটিভস খাদ্য বস্তুতে বিদ্যমান চর্বি ও লিপিড এর জারণ ক্রিয়া রোধ করে পঁচন রোধ করে। আবার কিছু প্রিজারভেটিভস খাদ্যবস্তুতে সেই সব এনজাইম এর কার্যকারিতা রোধ করে যা খাদ্যবস্তুর স্বাভাবিক পঁচনের জন্য দায়ী। মূলত এ তিনটি কৌশল অবলম্বন করেই প্রিজারভেটিভস খাদ্যবস্তুকে নিরাপদ, তরতাজা ও স্বাস্থ্যসম্মত রাখে।

গ যে অবস্থায় তরলের মাধ্যমে সর্বত্র বিরাজমান ক্ষুদ্রতম কণাগুলোর আকারের ব্যাস 500 nm ও এর চেয়ে বড় হয়। তাকে সাসপেনসন বলে। এক্ষেত্রে বিস্তার মাধ্যম ও বিস্তরণ মাধ্যম বিদ্যমান থাকবে।

AgBr এর ঘোলা দ্রবণ একটি সাসপেনশন। কারণ–

i. এটি একটি অসমসত্ত্ব ও অস্বচ্ছ মিশ্রণ

ii. বিস্তার ও বিস্তরণ মাধ্যম হিসেবে যথাক্রমে AgBr কণা ও পানি বিদ্যমান।

iii. এর কণার ব্যাস 500 nm এর অধিক।

iv. কোয়াগুলেশন তৈরি করতে পারে।

অপরদিকে NaCl এর দ্রবণগুলো সমসত্ত্বীয় ও স্বচ্ছ মিশ্রণ এবং এটি একটি সুস্থিতি মিশ্রণ তাই এটি প্রকৃত দ্রবণ। যেখানে দ্রবণে NaCl অণু খালি চোখে দেখা যায় না এই কণার ব্যাস 0.1 nm – 2nm।
সুতরাং AgBr ও NaCl দ্রবণের মধ্যে পার্থক্য বিদ্যমান।

ঘ Orange জেলী হলো এক ধরনের জেল জাতীয় কলয়েড। যেখানে বিস্তারিত বস্তুকণা হলো তরল এবং বিস্তরণ মাধ্যম হলো কঠিন। সুতরাং Orange জেলী হলো সেমিসলিড কলয়েড।
দুধ হলো কলয়েডাল ইমালসন। বিস্তারিত বস্তুকণা হলো তরল (5%) এবং বিস্তরণ মাধ্যম হলো তরল পানি (95%)। এজন্যই দুধ হলো ইমালসন এবং এটি o/w ধরনের ইমালসন যেখানে তেল জাতীয় লিপিড ও প্রোটিন পানিতে ভাসমান।

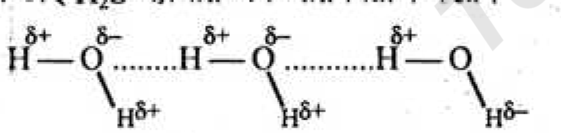
প্রশ্ন ▶ ৩২ CH_3-COOH একটি দুর্বল এসিড, NH_3 একটি দুর্বল ক্ষার এবং NaOH একটি শক্তিশালী ক্ষার। *[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]*

ক. প্রভাবক বিষ কী? ১
খ. কক্ষ তাপমাত্রায় H_2O তরল কিন্তু H_2S গ্যাসীয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের এসিডটি দ্বারা প্রস্তুতকৃত খাদ্য সংরক্ষকটির ক্রিয়া কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের ক্ষার ২টির ১টি গ্লাস ক্লিনার এবং অপরটি টয়লেট ক্লিনারে ব্যবহারের জন্য উপযোগী– মূল্যায়ন করো। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস প্রাপ্ত হয়, এমনকি বন্ধ হয়ে যায় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

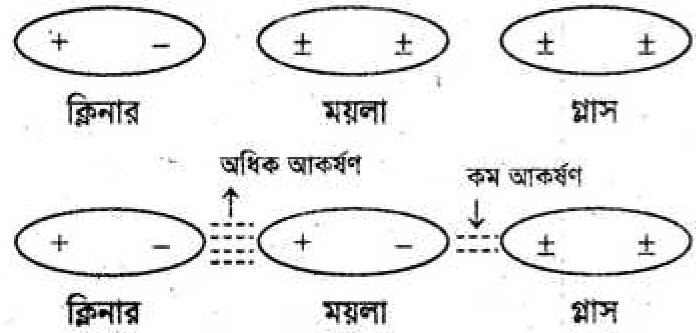
খ পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌল অক্সিজেন ও সালফারের হাইড্রাইড হলো যথাক্রমে H_2O ও H_2S। তাই H_2O এবং H_2S এর ধর্মে মিল থাকা স্বাভাবিক। কিন্তু কক্ষ তাপমাত্রায় H_2O তরল এবং H_2S গ্যাস প্রকৃতির হয়। এর অন্যতম কারণ হলো পানি পোলার অণু। অপরদিকে H_2S হলো অপোলার। পোলার পানির অণুসমূহের মধ্যে হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে আন্তঃআণবিক দূরত্ব হ্রাস পায়। ফলে পানি তরল হয়। কিন্তু H_2S অপোলার বিধায় এতে শুধুমাত্র দুর্বল ভানডার ওয়ালস বল কাজ করে তাই H_2S গ্যাসীয় অবস্থায় বিরাজ করে।



চিত্র: পানির অণুসমূহের মধ্যে H বন্ধন (.......)

গ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ NH_3 গ্লাস ক্লিনার এবং NaOH টয়লেট ক্লিনারে ব্যবহারের জন্য উপযোগী
গ্লাস ক্লিনারে উদ্বায়ী ও পোলার রাসায়নিক পদার্থ হিসেবে অ্যামোনিয়া ব্যবহার করা হয়।
গ্লাসে লেগে থাকা ধূলাবালি বা ময়লার মধ্যে স্প্রে করার মাধ্যমে গ্লাস ক্লিনার প্রয়োগ করা হলে উক্ত গ্লাস ক্লিনারের পোলার উপাদানটি ময়লাকে আবেশী ডাইপোলে পরিণত করে। ফলে ক্লিনারের পোলার উপাদানের সাথে গ্লাসের ময়লার ডাইপোল আবেশী ডাইপোল-ডাইপোল বন্ধন তৈরি হয়। অপরদিকে গ্লাস একটি অপোলার পদার্থ। তাই আবেশী ডাইপোলার ময়লার সাথে গ্লাসের আকর্ষণ বল অপেক্ষা ক্লিনারের ডাইপোলার যৌগের সাথে আকর্ষণ বলটি অধিক শক্তিশালী হয়। ফলে ময়লা গ্লাস ক্লিনারের সাথে চলে আসে। আবার গ্লাস ক্লিনারের উপাদানটি উদ্বায়ী (NH_3) হওয়ায় তা ময়লা সহ বাষ্পে পরিণত হয়। এতে গ্লাস পরিষ্কার হয়ে যায়।



চিত্র: গ্লাস ক্লিনারের ময়লা পরিষ্কার করার কৌশল

গ্লাস ক্লিনারে অ্যামোনিয়া ব্যবহার করা হয়। কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ব্যবহার করা হয় না, কারণ-গ্লাসের প্রধান উপাদান SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_2 + H_2O$$

ফলে গ্লাস ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। এই কারণে গ্লাস ক্লিনারে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ব্যবহার করা হয় না।
টয়লেট ক্লিনারের পরিষ্কারকরণ :
সাধারণ টয়লেট ক্লিনারে অধিক পরিমাণে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH), সোডিয়াম বাইকার্বনেট ($NaHCO_3$) থাকে। এরা ক্ষয়কারক পদার্থ। যেহেতু টয়লেটে মাটি-বালি, বিভিন্ন তৈলাক্ত জৈব পদার্থ থাকে তাই সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ঐ ময়লাগুলোকে ক্ষয় সাধন করে এবং বিক্রিয়া করে টয়লেটের কমোড, প্যান, মেঝেকে পরিষ্কার করে তোলে, কারণ সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ক্ষারধর্মী পদার্থ হওয়ায় অম্লীয় প্রকৃতি বালি এবং চর্বিজাত পদার্থগুলোর সাথে বিক্রিয়া করে লবণে পরিণত করে, সেই লবণগুলো পানিতে দ্রবণীয়, তাই টয়লেট ক্লিনার ব্যবহার করার পর পানি প্রবাহিত করলে ঐ ময়লাগুলো ধুয়ে পরিষ্কার হয়ে যায়।
টয়লেট ক্লিনারে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) ব্যবহার করা হয় কিন্তু অ্যামোনিয়াম ব্যবহার করা হয় না কারণ–
অ্যামোনিয়া একটি উদ্বায়ী পদার্থ। তাই টয়লেট ক্লিনারে এটি ব্যবহার করলে এটি আবদ্ধ পরিবেশে উদ্বায়ী বাষ্প হিসেবে অবস্থান করবে। আর অ্যামোনিয়া গ্যাস বিষাক্ত ও শ্লেষ্মা মেমব্রেন জ্বালাপোড়া সৃষ্টি করবে বলে এটি ব্যবহার করা ঠিক নয়।
আবার অ্যামোনিয়া দুর্বল ক্ষারক হওয়ায় টয়লেটের সাথে সংযুক্ত ময়লা পদার্থগুলোকে ক্ষয় সাধন করে অপসারণ করতে পারে না। কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড শক্তিশালী ক্ষারক এবং আয়নিক যৌগ হওয়ায় এটি সহজেই টয়লেটের ময়লাকে অপসারণ করতে সক্ষম হয়।

প্রশ্ন ▶ ৩৩ $\boxed{\text{সুক্রোজ}} \xrightarrow{\text{ইনভার্টেজ}} A + B$

$$A \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} C \xrightarrow[\text{অ্যাসিটোব্যাক্টর}]{\text{মাইকোডারমা}} \overset{D}{\text{জলীয় দ্রবণ}}$$

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. সংকরণ কি? ১
খ. তাপমাত্রার উপর মোলারিটি নির্ভরশীল ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের D দ্রবণ প্রস্তুতি বিক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. খাদ্য সংরক্ষণের ক্ষেত্রে D এর গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

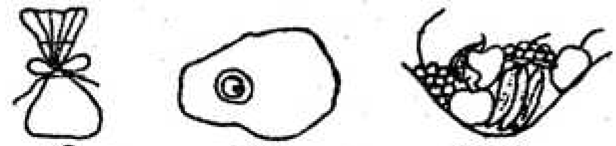
ক বিক্রিয়াকালে কোনো পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের বিভিন্ন অরবিটালসমূহ পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে পরে সমশক্তির অরবিটাল সৃষ্টি করার প্রক্রিয়াকে অরবিটাল সংকরণ বলা হয়।

খ মোলারিটি বলতে একক আয়তন দ্রাবকে দ্রবীভূত দ্রবের মোল সংখ্যাকে মোলারিটি বলা হয়। মোলারিটি আয়তনের উপর নির্ভর করে। কিন্তু আয়তন তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে সাথে পরিবর্তিত হয়। সুতরাং মোলারিটি তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

গ ৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৩৪



রুটি (1) মাংস (2) ফলমূল (3)

[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. দ্রাবক নিষ্কাশন কাকে বলে? ১
খ. $FeCl_3$ এর গলনাংক $FeCl_2$ অপেক্ষা কম কেন? ২
গ. উদ্দীপকের ৩নং পাত্রের খাদ্য দ্রব্য কৌটাজাতকরণের পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের 1 ও 2 নং খাদ্য দ্রব্য সংরক্ষণে একই প্রজিরভেটিভ ব্যবহার করা সম্ভব কী? উক্ত প্রিজারভেটিভসমূহের খাদ্য সংরক্ষণের কৌশল লিখ। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রাবকে দ্রবীভূত একাধিক যৌগের মিশ্রণ থেকে সুনির্দিষ্ট উপযোগী দ্রাবক দ্বারা নির্দিষ্ট দ্রবকে মিশ্রণ থেকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে দ্রাবক নিষ্কাশন বলে।

খ উদ্দীপকের $FeCl_2$ এবং $FeCl_3$ যৌগে যথাক্রমে Fe^{2+} (ফেরাস) এবং Fe^{3+} (ফেরিক) আয়ন বিদ্যমান। ফাযানের নীতি অনুসারে আমরা জানতে পারি যে, ক্যাটায়নের চার্জ বেশি হলে পোলারায়ন বেশি হয়। তথা ক্যাটায়ন দ্বারা অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘের বিকৃতি বেশি হয়। এতে গঠিত যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্য বৃদ্ধি পায়। তাই ফাযানের নীতি অনুসারে বলা যায় যে, Fe^{3+} আয়ন দ্বারা গঠিত যৌগের ($FeCl_3$) পোলারায়ন বেশি হবে অর্থাৎ কম আয়নিক বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন হবে। অন্যদিকে $FeCl_2$ যৌগটি তুলনামূলকভাবে $FeCl_3$ এর থেকে বেশি আয়নিক হবে।

গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ 1 নং ও 2 নং খাদ্য দ্রব্যকে সংরক্ষণে একই প্রিজারভেটিভ যেমন চিনি ও লবণ ব্যবহার সম্ভব।

চিনি এবং খাবার লবণ দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণের কৌশল : চিনি এবং লবণ দ্বারা কোন খাদ্য খাদ্য সংরক্ষণে এরা খাদ্য থেকে মুক্ত চিনি এবং পানি শোষণ করে দ্রবণে পরিণত করে এবং খাদের সাথে মিশে সর্বত্র সুষম ঘনত্ব বজায় রাখে। চিনি এবং লবণ উভয়ই ব্যাকটেরিয়ার কোষ প্রাচীরে অভিস্রবণীয় চাপ সৃষ্টি করে কোষ প্রাচীরের ক্ষতি করে বা ধ্বংস করে দেয়। এর ফলে অণুজীবের বেঁচে থাকা বা বংশ বিস্তার কঠিন হয়ে পড়ে। তাছাড়া চিনি এবং লবণ একত্রে কাজ করে খাদ্যের সাদ এবং গুণ বাড়িয়ে দেয় বহুগুণে। এরা কিছু উপকারী অণুজীব সৃষ্টির জন্য অনুকূল পরিবেশ সৃষ্টি করে দেয়। মদে ঈস্ট দ্বারা চিনি ইথানলে পরিণত হয় এবং ল্যাকটিক এসিড ব্যাকটেরিয়া দ্বারা চিনি উপকারী জৈব এসিডে পরিণত হয়। লবণ মোল্ড এবং ঈস্টের বিরুদ্ধে কার্যকরী প্রতিরোধ গড়ে তোলে।

প্রশ্ন ▶ ৩৫ | $R-OSO_3Na$ | $R-COONa$ | CH_3COOH |
A B D

[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. টিনডাল প্রভাব কী? ১
খ. গ্লাস ক্লিনারে NaOH ব্যবহার করা হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. A ও B এর কোনটি অধিক কার্যকর? ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. খাদ্য সংরক্ষণ D এর গুরুত্ব ব্যাখ্যা কর। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কলয়েডের মধ্যে আলো নিক্ষেপ করলে বিস্তৃত দশার কণাগুলোর মাধ্যমে আলোর বিচ্ছুরণ ঘটে। একে টিনডাল প্রভাব বলে।

খ গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা তথা NaOH ব্যবহার করা হয় না, কারণ গ্লাসের প্রধান উপাদান হলো SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

ফলে গ্লাস ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না।

গ A যৌগটি হচ্ছে সোডিয়াম অ্যালকাইল সালফেট বা ডিটারজেন্ট ও RCOONa হচ্ছে কার্বক্সিলিক এসিডের সোডিয়াম লবণ বা সাবান। ময়লা পরিষ্কারে ডিটারজেন্ট সাবান অপেক্ষা অধিক কার্যকর।.

সাবানের সংকেত হচ্ছে R–COONa যেখানে দুটি অংশ আছে। এক প্রান্তের হাইড্রোফিলিক (পানিতে দ্রবণীয়) ও লিপোফোবিক (তেল ও চর্বিতে অদ্রবণীয়) কার্বক্সিলেট আয়ন। অপর অংশ হচ্ছে হাইড্রোফোবিক (পানিতে অদ্রবণীয়) ও লিপোফিলিক (তৈল ও চর্বিতে দ্রবণীয়) যা সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ দীর্ঘ কার্বন শিকল। যেমন– সোডিয়াম স্টিয়ারেটের ক্ষেত্রে–

$$\underbrace{CH_3CH_2CH_2-(CH_{12})_{12}CH_2-CH_2}_{\text{পানিতে অদ্রবণীয় অপোলার অংশ লেজ}}-\underbrace{CO\bar{O}\overset{+}{Na}}_{\text{পানিতে দ্রবণীয় পোলার অংশ (মাথা)}}$$

অন্যদিকে $R-OSO_3Na$ অর্থাৎ, ডিটারজেন্ট এর অণুতেও দুটি অংশ থাকে। যেমন– সোডিয়াম লরাইল সালফেট।

$$\underbrace{CH_3(CH_2)_{10}-CH_2}_{\text{পানিতে অদ্রবণীয়}}-\underbrace{O-S\bar{O}_3\overset{+}{Na}}_{\text{পানিতে দ্রবণীয়}}$$

উভয়েই কাপড়ে তৈলজাতীয় ময়লার সাথে অপোলার অংশের সাথে ইমালশন তৈরি করে।

কিন্তু সোডিয়াম সাবান খর পানিতে অবস্থিত ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম আয়নের অদ্রবণীয় লবণ হিসাবে ভেসে ওঠে। ফলে সাবানের অপচয় হয়। আবার সাবান শুধুমাত্র মৃদু মাধ্যমে ব্যবহার করা হয় যেখানে ডিটারজেন্ট খর ও মৃদু উভয় মাধ্যমেই ব্যবহার করা হয়।

সুতরাং B অপেক্ষা A অধিক কার্যকর।

ঘ উদ্দীপকের D যৌগের 6 – 10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে। অবশিষ্ট অংশ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৩৬

চিনি ও খাবার লবণ (A)	নদীর ঘোলাপানি (B)

[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক. লিগ্যান্ড কী? ১
খ. গ্লাস ক্লিনার প্রস্তুতিতে কস্টিক সোডা দ্রবণ ব্যবহার করা হয় না কেন? ২
গ. উদ্দীপকের A এর খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের B সমুদ্রে প্রবেশ করলে কীরূপ পরিবর্তন ঘটবে?– বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

খ গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা তথা NaOH ব্যবহার করা হয় না, কারণ গ্লাসের প্রধান উপাদান হলো SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে দ্রবণীয় সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

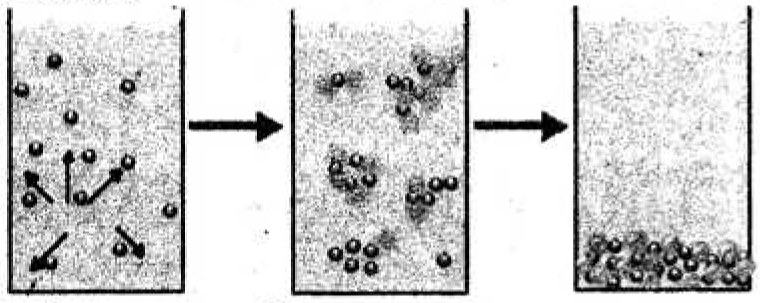
$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

ফলে গ্লাস ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাই গ্লাস ক্লিনারে কস্টিক সোডা ব্যবহার করা হয় না।

গ **চিনি ও খাবার লবণ দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল :** খাদ্যদ্রব্য কৌটাজাত করণের সময় ক্যানে লবণ বা চিনির দ্রবণ মিশানো হয়। ক্যানে খাদ্য ভর্তি করার পর, শাক-সবজি, মাছ, মাংসে সাধারণ 7-15%

NaCl এর দ্রবণ যোগ করা হয়। ফলমূলে 30-40% ঘনমাত্রার বিশুদ্ধ চিনির দ্রবণ যোগ করা হয়। তাতে খাদ্যের গুণগত মান বাড়ে। আচার তৈরির সময় 4–10% লবণ দ্রবণ রাখা হয়। এ দ্রবণ ল্যাকটিক এসিড, ব্যাকটেরিয়া উৎপাদন ও বংশবিস্তারের জন্য উপযুক্ত। যার ফলে আচারে প্রয়োজনীয় ল্যাকটিক এসিড উৎপন্ন করে আচার সংরক্ষণ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

ঘ নদীর ঘোলা পানিতে কাদা, মাটি, ইত্যাদি কলয়েড কণা ঋণাত্মক আধানে চার্জিত অবস্থায় থাকে। নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে আসলে সমুদ্রের পানিতে উপস্থিত লবণগুলির Na^+, K^+ ইত্যাদি দ্বারা ঘোলা পানির ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত কলয়েড কণাগুলো প্রশমিত হয়। ফলে নদীর পানি পরিষ্কার হয়ে যায়। এ কারণেই নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে গিয়ে পরিষ্কার হয়।



চিত্র : কোয়াগুলেশন

প্রশ্ন ▶ ৩৭ আখের রস (A) ⟶ খাদ্য সংরক্ষক (B)

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

ক. তড়িৎ ঋণাত্মকতা কী? ১
খ. UV রশ্মি দ্বারা কীভাবে জাল টাকা সনাক্ত করা যায়। ২
গ. 'B' পাত্রে প্রদত্ত যৌগটি 'A' পাত্রে রাখা রস থেকে কীরূপে প্রস্তুত করা যায়? বিক্রিয়ার সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. 'B' পাত্রের যৌগটি কীভাবে খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে কাজ করে? বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন সমযোজী যৌগের অণুতে উপস্থিত দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার তুলনামূলক ক্ষমতাকে সেই মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

খ UV-রশ্মির মাধ্যমে খুব সহজেই জাল টাকা শনাক্ত করা যায়। কারণ, আসল টাকার মধ্যে একটি বিশেষ ধরনের নিরাপত্তা সুতা স্থাপন করা থাকে। এছাড়াও টাকার নির্দিষ্ট স্থানে জলছাপ দেওয়া থাকে যা খালি চোখে দেখা না গেলেও UV-রশ্মিতে পরিষ্কার আভা ছড়ায়। আসল নোটগুলোতে ফ্লোরেসেন্টের কালিতে কিছু বিশেষ লেখার উপর UV-রশ্মি পড়লে এ ফ্লোরেসেন্স উচ্চ UV-রশ্মি শোষণ করে দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে। কিন্তু জাল টাকায় এই ধরনের কোন জলছাপ না থাকায় এর উপর UV-রশ্মি ফেললে কোন নির্দিষ্ট রং এর বিকিরণ পাওয়া সম্ভব হয় না। এভাবেই UV-রশ্মি ব্যবহার করে সহজেই জাল টাকা সনাক্ত করা যায়।

গ ৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৩৮ A (কাঁচা আম) B (কাঁচা দুধ) C (পরিশোধিত মাখন)

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. অসওয়াল্ডের লঘুকরণ সূত্র কি? ১
খ. ল্যাবরেটরিতে নিরাপদ চশমা ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. A এর কৌটাজাতকরণ প্রণালী বর্ণনা কর। ৩
ঘ. B থেকে C এর উৎপাদন পদ্ধতি বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মৃদু অম্ল ও ক্ষারকের বিয়োজন মাত্রা ঐ অম্ল ও ক্ষারকের দ্রবণের ঘনমাত্রার বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

খ ল্যাবরেটরিতে নিম্নোক্ত কারণে নিরাপদ চশমা ব্যবহারের প্রয়োজন—

i. রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় উদ্বায়ী পদার্থ ছিটকে যাতে চোখে না লাগে।
ii. কোনো তরল পদার্থকে উত্তপ্ত করলে সেটি bumping করে চোখে না লাগতে পারে এবং
iii. বোতল হতে অ্যামোনিয়া সহ অন্যান্য উদ্বায়ী দ্রবণ বের করার সময় যাতে চোখে না লেগে যায়।

গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ দুধ হতে মাখন প্রস্তুতির প্রক্রিয়া নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো—

কাঁচা দুধ → পাস্তুরাইজেশন ৬৩°C ৩০ মিনিট → ক্রিম পৃথকীকরণ → ক্রিম পরিপক্বকরণ, ১০-১৬ ঘন্টা → চার্নিং বা মন্থন → বাটার/ মাখন ধৌতকরণ → লবন প্রয়োগ ২-৩% → চূড়ান্ত মাখন

প্রবাহ চিত্র : মাখন তৈরিকরণ

পাস্তুরিকরণ : কাঁচা দুধে অনেক সাসপেনডেড দ্রব্য (Suspended Solid) থাকে যা অপসারণ করার জন্য শোধন ও ছাঁকন প্রণালী ব্যবহার করা হয়। শোধন যন্ত্র হলো একটি সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্র যা সাসপেনডেড দ্রব্যকে একত্রিত করে জমা করে। পাস্তুরাইজেশন দুধে উপস্থিত রোগ-উৎপাদনকারী জীবাণু ও এনজাইম ধ্বংস করার জন্য দুধের প্রত্যেক কণাকে ৬৩°C তাপমাত্রায় ৩০ মিনিট পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। একেই পাস্তুরীকরণ বা পাস্তুরাইজেশন বলে।

ক্রিম পৃথকীকরণ : সাধারণত চর্বি কণা তরল দুধে ভাসমান অবস্থায় থাকে। সেন্ট্রিফিউগাল শক্তি (কেন্দ্রাপসারী) প্রয়োগে ক্রিম পৃথক করা হয়। সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্রে ভারী চর্বিহীন দুধ (Fatlor milk বা Skim milk) বাইরের দিকে এবং হালকা চর্বি কেন্দ্রের দিকে প্রবাহিত হয়। এই হালকা চর্বিই হলো ক্রিম বা ননী।

ক্রিম পরিপক্বকরণ : ক্রিম পরিপক্ব হওয়ার জন্য ১০ থেকে ১৬ ঘন্টা পর্যন্ত রেখে দিতে হয়।

চার্নিং বা মন্থন : দুধ হলো পানিতে চর্বির একটি ইমালসন। সেখানে পানি বিস্তার মাধ্যমে এবং চর্বির কণাগুলো বিস্তৃত দশা হিসেবে অবস্থান করে। চর্বির কণাগুলোকে একত্রিত করতে পারলেই দুধ থেকে মাখন তৈরি সম্ভব। দুধের মধ্যে ফসফোলিপিড নামক এস্টার ইমালসিফায়ার হিসেবে আচরণ করে যা পানির মধ্যে চর্বির কণাগুলোকে ছড়িয়ে ছিটিয়ে অবস্থান নিতে বাধ্য করে। তরল দুধকে চরকার সাহায্যে দ্রুত আন্দোলিত করা হলে ফসফোলিপিড এস্টারের মেমব্রেনগুলো ছিড়ে যায় এবং ইমালসনের কার্যকারিতা নষ্ট হয়ে যায়। ফলে চর্বির কণাগুলো জমাট বেধে পানির উপরে ভেসে ওঠে। যা ছানা নামে পরিচিত। এভাবে দুধ থেকে ছানা তৈরি করার পদ্ধতিকে চার্নিং বলে।

ধৌতকরণ : মাখন কণা গঠনের পর মাখন পানি বা বাটার মিল্ক নিংড়াতে হয়। পরবর্তীতে পানি দ্বারা মাখন কণা ও মন্থন পাত্র ধৌত করা হয়।

লবণ প্রয়োগ : ধৌত করণ ও পানি নিংড়াবার পর পরিমাণমতো লবণ (২-৩%) যোগ করা হয়। এভাবে চূড়ান্ত মাখন পাওয়া যায়।

প্রশ্ন ▶ ৩৯ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} X + CO_2$$

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. হ্যাজার্ড প্রতীক কী? ১
খ. HF পানিতে দ্রবণীয় কেন? ২
গ. X হতে একটি অনুমোদিত প্রিজারভেটিভ উৎপাদন দেখাও। ৩
ঘ. দৈনন্দিন জীবনে X হতে প্রাপ্ত প্রিজারভেটিভ এর গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিপদজ্জনক রাসায়নিক দ্রব্যের জন্য ব্যবহৃত সুনির্দিষ্ট সতর্কীকরণ চিহ্নকে হ্যাজার্ড প্রতীক বলে।

খ HF সমযোজী যৌগ। কিন্তু F-পরমাণুর তড়িৎঋণাত্মক অনেক বেশি 4 এবং H এর 2.1। তড়িৎঋণাত্মকার পার্থক্য $4 - 2.1 = 1.9$ যা অনেক বেশি। তাই F-পরমাণু ইলেকট্রন মেঘকে নিজের দিকে টেনে নেয় এবং নিজে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হয়ে আয়নিক যৌগের ন্যায় আচরণ করে। তাই এটি পানিতে দ্রবণীয়।

গ ৫ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর এর অনুরূপ।

ঘ $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} CH_3CH_2OH + CO_2$

∴ X যৌগটি হল ইথানল

X থেকে প্রাপ্ত প্রিজারভেটিভ হল ভিনেগার

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{জারণ}]{\text{অ্যাসিটোব্যাকটর}} CH_3COOH$$

CH_3COOH এর 6–10% কেই ভিনেগার বলে।

খাদ্য সংরক্ষণ এর গুরুত্ব: এটি তলে ব্যবহৃত প্রিজারভেটিভ যার কয়েকটি নিচে দেয়া হলো—

ক. পিকলিং: 'Antimicrobial liquid' অর্থাৎ অণুজীব প্রতিরোধী তরলে পচনশীল খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ পদ্ধতির নাম পিকলিং। রাসায়নিক পিকলিং প্রক্রিয়ায় ভিনেগার পৃথিবীব্যাপী সর্বাধিক ব্যবহৃত খাদ্য সংরক্ষক (foot preservative)। শীতের সব্জি, পেঁয়াজ, রসুন, কাঁচামরিচ, গরুর মাংস, ডিম, মিশ্র সব্জি প্রভৃতি অসংখ্য পচনশীল খাদ্য ভিনেগারে ডুবিয়ে সংরক্ষণ করা হয়। কখনও কখনও খাদ্য দ্রব্যকে ভিনেগারসহ তাপ দিয়ে বা ফুটিয়ে রাখা হয়। এতে ভিনেগারের অম্লীয় মাধ্যম ছাড়াও উত্তাপে অণুজীব ধ্বংস হয়ে যায় বলে খাদ্য সংরক্ষণ অনেক বেশি কার্যকর হয়। মাসে পর মাস, এমনকি বছরব্যাপী খাদ্রদ্রব্য সংরক্ষিত থাকে।

খ. আচার তৈরিতে: আমাদের বাংলাদেশসহ এ অঞ্চলের দেশসমূহ ভারত, পাকিস্তান, শ্রীলংকা, নেপাল ও ভুটান- এ আম, জলপাই, কুল, লেবু, করমচা, মরিচ ও বিভিন্ন সব্জির আচার তৈরিতে ভিনেগারের ব্যবহার একচেটিয়া। আচার খাদ্যের স্বাদ বৃদ্ধি এবং হজম সহায়ক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। আর তাই একে মুখরোচক করার জন্য তেল ও নানাবিধ মসলা ব্যবহার করা হয়। তেল ও মসলা সংরক্ষণে ভিনেগার খুবই কার্যকর।

গ. রেলিমোস: চাটনি ও রেলিমোস এক ধরনের মুখরোচক খাদ্য। ফুলকপি, গাজর, বরবটি, মুলা, শসা, শালগম, কামরাঙা, কাঁচাপেপে ইত্যাদি সবজি ছোট ছোট টুকরা করে ভিনেগার, লবণ ও চিনিসহ জ্বাল দিয়ে রেলিমোস তৈরি করা হয় এবং বায়ুরোধী বোতলে সংরক্ষণ করা হয়। এসব সব্জি যেহেতু মওসুমেই পাওয়া যায় তাই এভাবে সংরক্ষণে করে সারাবছর রসনা মেটানো যায়।

প্রশ্ন ▶ ৪০ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[37°C]{\text{ইনভারটেজ}} \xrightarrow[\text{ইনভার্টচিনি}]{A + B}$$

$$A + B \xrightarrow[20–24°C]{\text{জাইমেস}} CH_3 - CH_2\,OH + CO_2$$

$$CH_3 - CH_2 - OH + O_2 \xrightarrow{\text{অ্যাসিটো ব্যাকটর}} 6\%\ C + H_2O$$

[শহীদ বীর বিক্রম রমিজউদ্দীন ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. দহন এনথালপি কি? ১

খ. সাসপেনশন ও কোয়াগুলেশনের মধ্যে ৪টি পার্থক্য দাও। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়া গুলি পূর্ণ কর এবং উৎপন্ন যৌগটির নাম লিখ এটি কি কাজে লাগে বিশ্লেষণ কর। ৩

ঘ. খাদ্য সংরক্ষণে C যৌগটির কৌশল বর্ণনা কর। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পদার্থের এক মোলকে যথেষ্ট পরিমাণ অক্সিজেনে দহন করলে যে তাপ উৎপন্ন হয় তাকে ঐ পদার্থের দহন এনথালপি বলে।

খ কোন পদার্থ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণায় বিভক্ত হয়ে অন্য পদার্থের মধ্যে ভাসমান থাকলে এরূপ মিশ্রণকে সাসপেনশন বলে। $Zn(OH_2)$ ও $Al(OH)_3$ ইত্যাদি সাসপেনশনের উদাহরণ এর মধ্যে কণার আকার 2000Å এর বেশি। আবার কলয়েড দ্রবণের মধ্যে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ যোগ করে কলয়েড দ্রবণের কণার অধঃক্ষেপ বা কলয়েড কণার বিস্তার মাধ্যমের পরস্পর কত দূরে সরে যাওয়াকে কোয়াগুলেশন বলে। দুধ হতে ছানা তৈরি কোয়াগুলেশনের উদাহরণ। এটি একটি রাসায়নিক প্রক্রিয়া।

গ ১১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪১ $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} C \xrightarrow[\text{অ্যাসিটি}]{\text{মাইকোডার্মা}} D$

[উত্তরা হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. প্রভাবক বিষ কী? ১

খ. সেমিমাইক্রো পদ্ধতি পরিবেশ বান্ধব ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের আলোকে খাদ্য সংরক্ষক উৎপাদন সম্ভব? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক হিসাবে D যৌগের গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব পদার্থের উপস্থিতির কারণে প্রভাবকের প্রভাবন ক্ষমতা হ্রাস প্রাপ্ত হয়, এমনকি বন্ধ হয়ে যায় তাদেরকে প্রভাবক বিষ বলে।

খ সেমিমাইক্রো পদ্ধতি রাসায়নিক গুণগত বিশ্লেষণের একটি পদ্ধতি। এটি বিশ্লেষণীয় রসায়নে স্বল্প পরিমাণ রাসায়নিক উপাদান সনাক্তকরণ ও পরিমাণগত বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে খুব অল্প পরিমাণ (0.05 থেকে 0.2g কঠিন বা 2-4mL তরল দ্রব্য) রাসায়নিক পদার্থ নিয়ে পরীক্ষা করা হয়। ফলে পরিবেশ দূষণ উল্লেখযোগ্যভাবে কমে আসে। আবার, কোনো কোনো ক্ষেত্রে কম ঝুঁকির রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহৃত হয়। ফলে পরিবেশ দূষণের সম্ভাবনা কমে আসে। তাই সেমি-মাইক্রো পদ্ধতি পরিবেশ বান্ধব।

গ উদ্দীপকের আলোকে খাদ্য সংরক্ষক ভিনেগার উৎপাদন সম্ভব।

শর্করা (গ্লুকোজ)-কে জাইমেজ এনজাইমের উপস্থিতিতে আর্দ্র বিশ্লেষিত করে প্রথমে ইথানল (C_2H_5OH) এবং পরবর্তীতে মাইকোডার্মা অ্যাসিটি ব্যাকটেরিয়া C_2H_5OH-কে CH_3COOH (ইথানোয়িক এসিড) এ পরিণত করে।

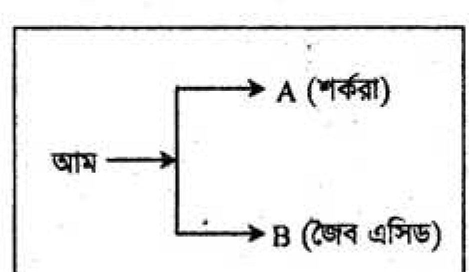
$$2C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[20°C - 24°C]{\text{জাইমেজ}} 4C_2H_5OH + 4CO_2$$

$$2C_2H_5OH + 2O_2 \xrightarrow[\text{অ্যাসিটি}]{\text{মাইকোডার্মা}} 2CH_3COOH + H_2O$$

CH_3COOH এর 6-10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে। ভিনেগার একটি খাদ্য সংরক্ষক।

ঘ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪২



[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

ক. অরবিটাল কি? ১

খ. নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে গিয়ে পরিষ্কার হয় কেন? ২

গ. 'A' যৌগ থেকে 'B' যৌগ প্রস্তুতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৩

ঘ. মাছ সংরক্ষনে 'A' ও 'B' যৌগদ্বয়ের মধ্যে কোনটি অধিক উপযোগী? বিশ্লেষণ কর। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

খ নদীর ঘোলা পানিতে কাদা, মাটি ইত্যাদি কলয়েড কণা ঋণাত্মক আধানে চার্জিত অবস্থায় থাকে। নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে আসলে সমুদ্রের পানিতে উপস্থিত লবণগুলির Na^+, K^+ ইত্যাদি দ্বারা ঘোলা পানির ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত কলয়েড কণাগুলো প্রশমিত হয়। ফলে নদীর পানি পরিষ্কার হয়ে যায়। এ কারণেই নদীর ঘোলাপানি সমুদ্রে গিয়ে পরিষ্কার হয়।

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৩ লক্ষ কর: $A(C_{12}H_{22}O_{11}) + H_2O \xrightarrow[\text{এনজাইম}]{\text{বিভিন্ন}} B \xrightarrow{\text{জারণ}} D$

[নরসিংদী বিজ্ঞান কলেজ, নরসিংদী]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১

খ. প্রিজারভেটিস হিসেবে NaCl খাদ্য লবণের ভূমিকা কি? ২

গ. উদ্দীপকের A থেকে D প্রস্তুতির বিক্রিয়াসমূহ লিখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A ও D এর খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল বর্ণনা কর। ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক হলো সেসব পদার্থ যা প্রাকৃতিক উৎস হতে প্রাপ্ত এবং খাদ্য সংরক্ষণ ও প্রক্রিয়াজাতকরণে ব্যবহৃত হয়।
লবণ একটি প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক কারণ ইহা প্রাকৃতিকভাবে প্রাপ্ত মাছ, মাংস সংরক্ষণে ব্যাপক পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। খাদ্য লবণ খাদ্য বস্তুর পানি শোষণ করে ব্যাকটেরিয়ার ও অন্যান্য অণুজীবের বৃদ্ধি রোধ করে।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৪ নিচের বিক্রিয়াগুলো দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

i) $N_2(g) + H_2(g) \xrightarrow{Fe} A(g)$

ii) $Na(g) + H_2O(l) \rightarrow B(g)$

iii) ইথানল $\xrightarrow{\text{জারণ}}$ Acid+$H_2O \longrightarrow$ C (10% জলীয় দ্রবণ)

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, পাহাড়কাঞ্চনপুর, টাঙ্গাইল]

ক. প্রিজারভেটিভস কী? ১

খ. কোয়াগুলেশন বলতে কী বুঝ? ২

গ. গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে A ও B এর মধ্যে কোনটি অধিকতর উপযোগী? বিশ্লেষণ কর। ৩

ঘ. আখের রস থেকে C এর প্রস্তুতি সমীকরণসহ লিখ। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

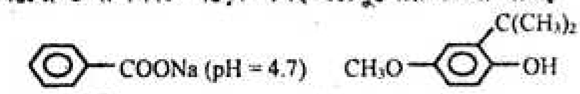
ক যেসব উপাদান খাদ্যের সাথে পরিমিত পরিমাণে মিশিয়ে খাদ্যের বিভিন্ন অণুজীবসমূহের আক্রমণ ও বংশ বিস্তার নিয়ন্ত্রণ করে তাদেরকে প্রিজারভেটিভ বলে।

খ কোয়াগুলেশন হলো এমন এক প্রক্রিয়া যার সাহায্যে কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয়। যেমন: রক্ত এক ধরনের কোলয়ডীয় দ্রবণ যা সাধারণত চার্জিত কণা যুক্ত ফিটকিরির $[K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O]$ Al^{3+} আয়ন ও K^+ দ্বারা প্রশমিত হয় অর্থাৎ রক্তের বিপরীত আধানের সাথে ফিটকিরির প্রশমন হয়। ফলে রক্ত অধঃক্ষিপ্ত হয়ে জমাট বেধে যায় এবং আঘাত প্রাপ্ত ক্ষত স্থান থেকে রক্ত পড়া বন্ধ হয়ে যায়।

গ ১৯ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৯ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪৫ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



Na-বেনজোয়েট BHA

[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]

ক. কলয়েড কী? ১

খ. NaOH এবং HF এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুবক মানের চেয়ে বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকের যৌগটির ফুড ক্যানিং প্রক্রিয়ার কোন ধাপে ব্যবহৃত হয় প্রবাহচিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের যৌগ দুটি খাদ্য সংরক্ষণের ক্ষেত্রে কীভাবে কাজ করে তার তুলনামূলক ব্যাখ্যা কর। ৪

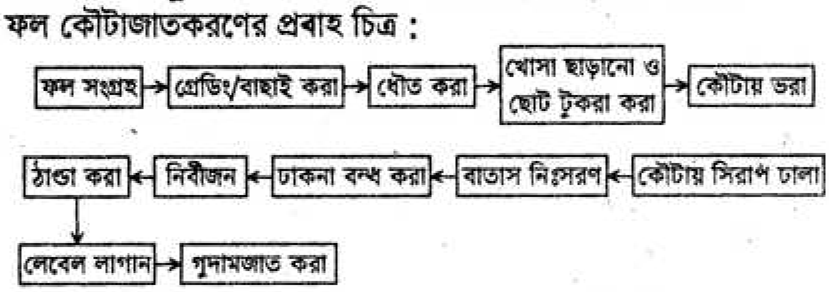
৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ (কঠিন তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে 10^{-7} থেকে 10^{-5} cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে দ্বি-দশাবিশিষ্ট স্থায়ী অসমসত্ত্ব সিস্টেম উৎপন্ন করে, তাকে কলয়েড বলে।

খ তীব্র এসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় সকল ক্ষেত্রে সাধারণত একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে 1 মোল পানি উৎপন্ন হয়। যেহেতু সকল ক্ষেত্রে একই প্রকার রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয় তাই সকল প্রশমন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের মান ধ্রুব থাকে। কিন্তু NaOH এবং HF এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়। কেননা এক্ষেত্রে F-এর আকার অন্যান্য হ্যালাইড অপেক্ষা ছোট হওয়ায় এর পানিযোজন খুব শক্তিশালী অর্থাৎ এটি পানির সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত হয়। এজন্য কিছু অতিরিক্ত তাপশক্তি নির্গত হয় ফলশ্রুতিতে সম্মিলিত তাপের পরিমাণ বেড়ে যায়। তাই HF এবং NaOH এর প্রশমন তাপের মান ধ্রুব মানের চেয়ে বেশি হয়।

গ ফুড ক্যানিং বা কৌটাজাতকরণের ক্যানিং তরল (সিরাপ) যোগ করা এই ধাপে BHA ও Na-বেনজয়েট ফুড প্রিজারভেটিভ হিসেবে যোগ করা হয়। সাধারণত 30 – 40% চিনির দ্রবণ 7–15% NaCl দ্রবণ কৌটার খাদ্য বস্তুতে যোগ করা হয়। তাছাড়া অ্যান্টিঅক্সিডেন্টরূপে BHA এবং খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে Na-বেনজোয়েট যোগ করা হয়ে থাকে। নিম্নে ফুড ক্যানিং পদ্ধতির প্রবাহ চিত্র দেখানো হলো।

ফল কৌটাজাতকরণের প্রবাহ চিত্র :



ঘ খাদ্যের বিনষ্টকরণে বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেনের জারণ একটি প্রচলিত প্রক্রিয়া। চর্বি জাতীয় খাদ্যের ক্ষেত্রে প্রক্রিয়াটি একটি প্রবল সমস্যা হিসেবে পরিগণিত। চর্বির অনুটি (R – H) যখন অক্সিজেন অনুর সাথে বিক্রিয়ায় লিপ্ত হয়, তখন একটি মুক্ত মূলক যুগলের উদ্ভব ঘটে। মুক্তমূলক অত্যন্ত উচ্চ গতিসম্পন্ন ও ক্রিয়াশীল যা দ্রুত অন্যান্য বিক্রিয়ার মাধ্যমে খাদ্যের পঁচন ঘটাবে। এই প্রক্রিয়াকে বন্ধ করার জন্য এন্টি অক্সিডেট হিসেবে BHA (বিউটাইলেটেড হাইড্রোক্সি অ্যানিসোল) যোগ করা হয়।

কেননা, এগুলো জারণ শিকল প্রক্রিয়ায় পথকে বিচ্যুত করে। একটি এন্টিঅক্সিডেন্ট (Ar – H)R রেডিক্যালের সাথে বিক্রিয়া করে R – H পুর্নগঠন করে।

এ প্রক্রিয়ায় অপেক্ষাকৃত অসক্রিয় Ar রেডিক্যাল উৎপন্ন হয়। এর ফলে, শিকল বিক্রিয়াটি থেমে যায়। চর্বির জারণ প্রক্রিয়া বাধাগ্রস্ত হয়।

$$Ar - H + R \longrightarrow R - H + Ar \text{ (সুস্থিত রেডিক্যাল)}$$

সোডিয়াম লবণরূপে (সোডিয়াম বেনজোয়েট) বেনজোয়িক এসিড অত্যধিক ব্যবহৃত খাদ্য সংরক্ষণ হিসেবে পরিগণিত। বেনজোয়িক এসিড পানিতে স্বতঃস্ফূর্তভাবে দ্রবীভূত হয়। কালো জাম, কালো আঙুর, টমেটো, ফলের রস, ফলের ককটেল, আচার, জ্যাম, জেলি প্রভৃতিতে সোডিয়াম বেনজোয়েট ব্যবহৃত হয়।

খাদ্য সংরক্ষণ কৌশলে প্রাথমিকভাবে কোষে বেনজোয়িক এসিড শোষিত হয়। কোষের অভ্যন্তরীণ pH – 5 অথবা তার নিচে হলে গ্লুকোজের ফরমেন্টশন (ফসফোফ্রুকটোকাইনেজ) দ্বারা 95% এর মতো হ্রাস পায়। এর ফলে, খাদ্য বিনষ্টকারী অণুজীবের বিকাশ এবং জীবন ধারণ অসম্ভব হয়ে পড়ে।

প্রশ্ন ▶ ৪৬

ভিনেগার	NH_3 দ্রবণ	NaOH দ্রবণ
A	B	C

[শেখ ফজিলাতুন্নেসা সরকারি মহিলা কলেজ, গোপালগঞ্জ]

ক. প্রিজারভেটিভস্ কী? ১

খ. কোয়াগুলেশন বলতে কী বুঝ? ২

গ. খাদ্য সংরক্ষণে A এর কৌশল বর্ণনা কর। ৩

ঘ. গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে B ও C এর মধ্যে কোনটি অধিকতর উপযোগী? ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যেসব উপাদান খাদ্যের সাথে পরিমিত পরিমাণে মিশিয়ে খাদ্যের বিভিন্ন অণুজীবসমূহের আক্রমণ ও বংশ বিস্তার নিয়ন্ত্রণ করে তাদেরকে প্রিজারভেটিভ বলে।

খ যে বল দ্বারা কলয়েড সিস্টেম সুস্থিত থাকে, সে বলকে বিনষ্ট করে কলয়েড সিস্টেম ব্যাহত করার প্রক্রিয়াকে কোয়াগুলেশন বলে। কোয়াগুলেশন হলো একটি রাসায়নিক অথবা যান্ত্রিক প্রক্রিয়া যাতে কলয়ডের বিস্তারণ মাধ্যমের বিস্তারিত অবস্থায় থাকা কণাগুলো একত্রিত হয়ে মাধ্যমের তলদেশে অথবা উপরে ভেসে ওঠে।

গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৭ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নগুলির উত্তর দাও :

আখ → A (জৈব এসিড)

আখ → B (সুক্রোজ)

[সরকারি বি এম সি মহিলা কলেজ, নওগাঁ]

ক. স্টেরিলাইজেশন কি? ১

খ. দুধ থেকে মাখন পৃথকীকরণের ধাপসমূহ লিখ। ২

গ. উদ্দীপকের B যৌগ থেকে A যৌগের প্রস্তুতি সমীকরণসহ লিখ। ৩

ঘ. মাছ সংরক্ষণে A ও B যৌগদ্বয়ের মধ্যে কোনটি অধিক উপযোগী –বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্টেরিলাইজেশন হলো এমন একটি প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে কোন কৌটাজাত তরল দ্রবণ হতে ব্যাকটেরিয়া, ছত্রাক, স্পোর ইত্যাদি অণুজীবকে তাপ, রাসায়নিক পদার্থ, রেডিয়েশন, উচ্চচাপ, ছাঁকন ইত্যাদি বিভিন্ন উপায়ে মুক্ত করা হয়।

খ দুধ হতে মাখন পৃথকীকরণের ধাপসমূহ নিম্নরূপঃ

১. রেফ্রিজারেশন, ২. কোয়াগুলেশন, ৩. ক্রীমের প্রসেসিং, ৪. মাখন মন্থন, ৫. মাখনের পানিমুক্তকরণ এবং ৬. রেফ্রিজারেশন

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৮ i) [A (80-85% চর্বি, যুক্ত মাখন)] $\xrightarrow{120°C}$ [B (99.5%চর্বি)]

ii) [NH_3] [NaOH]

[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১

খ. 25°C তাপমাত্রায় KNO_3 এর দ্রাব্যতা 3.1g বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্দীপকে (i) নং এর A থেকে কিভাবে B প্রস্তুত করা হয়– বর্ণনা কর। ৩

ঘ. গ্লাস ক্লিনার উৎপাদনে উদ্দীপকের (ii) নং এর কোন যৌগটি অধিকতর উপযোগী– কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100 গ্রাম দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে। 25°C তাপমাত্রা KNO_3 এর দ্রাব্যতা 31.6 বলতে বুঝায়, 25°C তাপমাত্রায় 31.6 g KNO_3, 100 g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করে।

গ 'A' হচ্ছে মাখন ও 'B' হচ্ছে ঘি। মাখন থেকে ঘি উৎপাদন প্রণালী নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো–

দুধ থেকে মাখন সংগ্রহ করা হয়। লোহার বা অ্যালুমিনিয়াম এর কড়াইতে মাখন নিয়ে মৃদু তাপে ধীরে ধীপে উত্তপ্ত করা হয়। মাখন প্রথমে 30°C তাপমাত্রায় গরতে শুরু করলেও সম্পূর্ণভাবে গলতে 64°C তাপের প্রয়োজন হয়। ধীরে ধীরে তাপমাত্রা বাড়তে থাকে এবং 94°C তাপমাত্রায় বেশির ভাগ পানি বাষ্পাকারে অপসারিত হয়। এ অবস্থায় এটি ঘন হয়ে যায় এবং বুদবুদের সৃষ্টি হয়। ঘন তরলকে অবিরত নাড়া হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে যখন 110°C এ উন্নীত হয় তখন অবাঞ্ছিত উপাদানসমূহ উপরিতলে ভেসে ওঠে একত্রিত হয় এবং দানাদার আকার ধারণকরে। 120°C তাপমাত্রায় এ দানাগুলো কড়াইয়ের নিচে জমা হতে শুরু করে। এ অবস্থায় তরলের উপর ছোট ছোট বুদবুদের সৃষ্টি হয় এবং পট পট করে শব্দের সৃষ্টি হয়। এ অবস্থায় বুঝতে হবে ঘি সম্পূর্ণভাবে প্রস্তুত হয়েছে। কড়াইকে চুলা হতে নামিয়ে ধীরে ধীরে ঠান্ডা করা হয়। উপরিস্তর হতে তরল ঘি পৃথক করে বায়ু ছাঁকন প্রক্রিয়ায় পৃথক করে নেওয়া হয়। এভাবে প্রাপ্ত পরিশোধিত ঘি কে যদি অতি দ্রুত ঠাণ্ডা করা হয় তবে তা দানাদার রূপ ধারণ করে।

ঘ ২০ নং প্রশ্নের 'ঘ' দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৪৯ $C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{ইনভার্টেজ}} A + D$

$$A \xrightarrow{\text{জাইমেস}} C \xrightarrow[\text{অ্যাসিটো ব্যাক্টর}]{\text{মাইকোডার্মা}} D$$

[শেরউড ইন্টারন্যাশনাল (প্রা:) স্কুল এ্যান্ড কলেজ, বগুড়া]

ক. $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$ আয়নটির নাম লিখ (IUPAC) ১

খ. সাম্যাংক k_c এর মান কখন ও শূন্য বা অসীম হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি বর্ণনা পূর্বক পূর্ণ করে D যৌগটি চিহ্নিত কর। ৩

ঘ. প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে D যৌগের গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক $[CoCl_2(NH_3)_4]^+$ যৌগটির IUPAC নাম হলো– টেট্রাঅ্যাম্মিনডাই ক্লোরো কোবাল্ট (III) আয়ন।

খ একটি উভমুখী বিক্রিয়া : $A + B \rightleftharpoons C + D$

ভরক্রিয়া সূত্রানুযায়ী, $K_c = \frac{[C][D]}{[A][B]}$

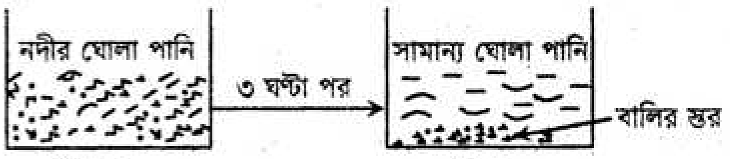
একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যধ্রুবক (K_c বা K_p)-এর মান নির্দিষ্ট। সাম্যধ্রুবকের মান অসীম বা শূন্য হতে পারে না। কারণ সাম্যধ্রুবকের মান অসীম হতে হলে হরের মান অর্থাৎ বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে। কেননা $K_c = \frac{[C][D]}{0} = \alpha$ অর্থাৎ বিক্রিয়া অসীম হতে হয়। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তা সম্ভব নয়। আবার, K_p এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে যা সাম্যাবস্থায় সম্ভব নয়। সুতরাং K_c বা K_p-এর মান অসীম হতে পারে না।

K_c ও K_p-এর মান শূন্য হতে হলে যথাক্রমে উৎপাদসমূহের ঘনমাত্রা ও আংশিক চাপ শূন্য হতে হবে। কারণ $K_c = \frac{[0]}{[A][B]} = 0$। কিন্তু সাম্যাবস্থায় তাও সম্ভব নয়। অর্থাৎ সম্পূর্ণ উৎপাদ বিক্রিয়কে রূপান্তরিত হবে না। তাই সাম্যধ্রুবকের মান শূন্য হতে পারে না।

গ ৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫০



চিত্র-১ চিত্র-২

[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]

ক. ইমালসিফায়ার কী? ১

খ. পাস্তুরাইজেশন ও স্টেরিলাইজেশন এর মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২

গ. উদ্দীপকের চিত্র-২ এর পানি সম্পূর্ণরূপে পরিষ্কার না হয়ে সামান্য ঘোলা ছিল কেন? তার কারণ বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের চিত্র-১ এর পানিকে কোন প্রক্রিয়ায় সম্পূর্ণরূপে পরিষ্কার সম্ভব? বিশ্লেষণ কর। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যেসব পদার্থ যোগ করার ফলে ইমালসনের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায় তাদেরকে ইমালসিফায়ার বলে। অ্যালবুমিন, জিলাটিন স্টোরাইল ইত্যাদি হলো ইমালসিফায়ারের উদাহরণ।

খ

পাস্তুরাইজেশন	স্টেরিলাইজেশন
i. 100°C বা এর কম তাপমাত্রায় জীবাণু ধ্বংস করার প্রক্রিয়াকে পাস্তুরাইজেশন বলে।	i. 100°C এর অধিক তাপমাত্রায় জীবাণু ধ্বংস করার প্রক্রিয়াকে স্টোরলাইজেশন বলে।
ii. তরল খাবার থেকে ব্যাকটেরিয়া ও ছত্রাক জাতীয় জীবাণু দূর করতে এই প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। এটি ধীর প্রক্রিয়া।	ii. তরল ও কঠিন খাবার থেকে সকল প্রকার জীবাণু দূরীভূত করতে এই প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। এটি দ্রুত প্রক্রিয়া।

গ উদ্দীপকের ২নং চিত্রের প্রক্রিয়াটি হলো নদীর পানি।

নদীর পানিতে কলয়েড কণা ও সাসপেনশন কনা উভয়ই বিদ্যমান। পানি বালির কণা সাসপেনশন কণা হিসেবে আচরণ করে। এধরনের মিশ্রণ তৈরি করে কিছুক্ষণ রেখে দিলে পাত্রের তলায় বালির স্তর জমা হবে। অর্থাৎ সাসপেনশন কণাগুলোর Sedimentation ঘটে। অন্যদিকে, নদীর পানিতে দ্রবীভূত বিভিন্ন জৈব যৌগ, ধাতব অক্সাইড প্রভৃতি পদার্থ থাকে, যা কলয়েড কণা হিসেবে আচরণ করে। এ ধরনের কণাগুলোর Sedimentation ঘটে না। অর্থাৎ, কোলয়েড দ্রবণকে দীর্ঘক্ষণ রেখে দিলেও কোনো তলানি পাওয়া যায় না।

এ কারণেই কঠিন বালির কণাগুলো তলানিরূপে জমা হলেও কলয়েড কণার উপস্থিতির কারণে পানিটি ঘোলা ছিল।

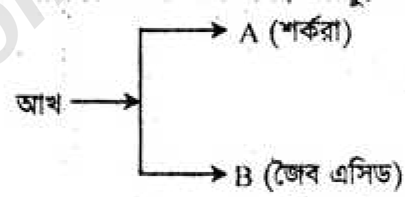
ঘ উদ্দীপকের ১নং পাত্রের ঘোলা পানিকে পরিষ্কার করতে আলিফ কোয়াগুলেশন প্রক্রিয়া প্রয়োগ করতে হবে।

কোয়াগুলেশন হলো এমন একটি প্রক্রিয়া, যার সাহায্যে কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কলয়েড কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয়। দূষিত পানি শোধনের জন্য বর্তমানে যেসব রাসায়নিক কৌশল ব্যবহার করা হয় তাদের মধ্যে কোয়াগুলেশন অন্যতম একটি আধুনিক পদ্ধতি।

কলয়ডীয় কণার চার্জ আছে। দুটি একই চার্জবিশিষ্ট কণা পরস্পর পরস্পরকে বিকর্ষণ করায় সাধারণ অবস্থায় কোলয়েড জমাট বাঁধে না। কারণ বিকর্ষণের ফলে একে অন্য হতে দূরে থাকে। বাহির হতে বিপরীত আধানবিশিষ্ট ইলেকট্রোলাইট যোগ করলে কোলয়েড কণার চার্জ প্রশমিত হয়। ফলে কণাগুলোর পরস্পরের নিকটে আসার ক্ষেত্রে কোনো বাধা থাকে না এবং তারা জমাট বাঁধে।

দূষিত পানি থেকে কলয়েড কণাগুলোকে যখন কোয়াগুলেশন প্রক্রিয়ায় আলাদা করা হয় তখন কলয়েড কণাগুলোর সাথে অন্যান্য পদার্থও দ্রবণ থেকে আলাদা হয়ে যায়। পানিতে অধিকাংশ ক্ষেত্রে কলয়েড কণাগুলো ঋণাত্মক আয়ন হিসেবে বিরাজ করে। তাই মিশ্রণ থেকে কোলয়েড কণাগুলোকে আলাদা করার জন্যে ধনাত্মক কোয়াগুলেন্ট ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ▶ ৫১ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[পুলিশ লাইন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

ক. অরবিটাল কী? ১

খ. নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে গিয়ে পরিষ্কার হয় কেন? ২

গ. 'A' যৌগ থেকে 'B' যৌগ প্রস্তুতি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৩

ঘ. মাছ সংরক্ষণ 'A' ও 'B' যৌগদ্বয়ের মধ্যে কোনটি অধিক উপযোগী? বিশ্লেষণ কর। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর মধ্যে যে অঞ্চলে ইলেকট্রন প্রাপ্তির সম্ভাবনা বেশি সে অঞ্চলকে পারমাণবিক অরবিটাল বলে।

খ নদীর ঘোলা পানিতে কাদা, মাটি ইত্যাদি কলয়েড কণা ঋণাত্মক আধানে চার্জিত অবস্থায় থাকে। নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে আসলে সমুদ্রের পানিতে উপস্থিত লবণগুলির Na^+, K^+ ইত্যাদি দ্বারা ঘোলা পানির ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত কলয়েড কণাগুলো প্রশমিত হয়। ফলে নদীর পানি পরিষ্কার হয়ে যায়। এ কারণেই নদীর ঘোলাপানি সমুদ্রে গিয়ে পরিষ্কার হয়।

গ ১৬(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৬(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫২ একজন স্বাস্থ্য সচেতন ব্যক্তি আম, আপেল, আনারস প্রভৃতি ফলকে কৌটাজাত করতে গিয়ে রাসায়নিক প্রিজারভেটিভ সোডিয়াম সালফাইটের পরিবর্তে প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভ হিসেবে চিনি দ্রবণ ব্যবহার করেন। *[পুলিশ লাইন্স স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]*

ক. হুন্ডের নীতি লিখ। ১

খ. $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ এর গলনাঙ্ক কম কেন? ২

গ. উদ্দীপকের কাজটির বিভিন্ন ধাপের বর্ণনা দাও। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বর্ণিত ১ম প্রিজারভেটিভটির পরিবর্তে ২য় প্রিজারভেটিভটি ব্যবহারের সিদ্ধান্তে তুমি কি একমত? তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক হুন্ডের নীতি হলো–'একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।'

খ Fe^{3+} এর আয়নিক ব্যাসার্ধ 0.60Å এবং Fe^{2+} এর আয়নিক ব্যাসার্ধ 0.75Å। ফাযানের নীতি অনুযায়ী, কোনো তড়িৎযোজী বন্ধনে অংশগ্রহণকারী ক্যাটায়নের আকার যতো ছোট হয়, তার অ্যানায়নকে পোলারায়িত করার সামর্থ্যও তার অধিক হয়। ক্যাটায়নের ব্যাসার্ধ কম হলে চার্জ ঘনত্বের মাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং নিউক্লিয়াস হতে ইলেকট্রন মেঘের প্রতি আকর্ষণও বৃদ্ধি পায়। ফলে, তড়িৎযোজী বন্ধনের সমযোজী বৈশিষ্ট্য বেড়ে যায়। তাই $FeCl_3$ লবণের সমযোজী বৈশিষ্ট্য $FeCl_2$ লবণের চেয়ে অধিকতর হয়। সমযোজী যৌগের গলনাংক তুলনামূলকভাবে কম হয়। তাই $FeCl_2$ অপেক্ষা $FeCl_3$ এর গলনাংক কম হয়।

গ ২২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫৩ (i) NaOH (ii) NH_4OH (iii) $C_2O_2H_4$

[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

ক. কলয়েড কী? ১
খ. হার্ডি শুলজে সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২
গ. (iii) নং যৌগটির খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল বর্ণনা করো। ৩
ঘ. টয়লেট ক্লিনার ও গ্লাস ক্লিনারে (i) ও (ii) নং যৌগের কোনটির ব্যবহার সুবিধাজনক– মূল্যায়ন করো। ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

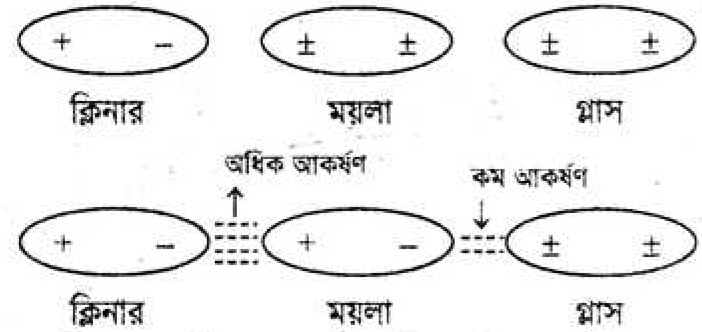
ক একটি পদার্থ (কঠিন তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে 10^{-7} থেকে 10^{-5} cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে দ্বি-দশাবিশিষ্ট স্থায়ী অসমসত্ত্ব সিস্টেম উৎপন্ন করে, তাকে কলয়েড বলে।

খ হার্ডি শুলজে সূত্র :
বিভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিভিন্ন সলকে কোয়াগুলেশন করার ক্ষমতা দুটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে-

১. ব্যবহৃত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের যে আয়নগুলো কলয়েড কণার বিপরীত আধান যুক্ত তারাই সলকে কোয়াগুলেশন করার জন্য কার্যকরী বা দায়ী।
২. কোয়াগুলেশন করার ক্ষমতা আয়নের চার্জ বা যোজ্যতার সাথে সমানুপাতিক অর্থাৎ চার্জ যত বেশি হবে কোয়াগুলেশন করার ক্ষমতাও বেশি হয়।

গ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ টয়লেট ক্লিনারে (i) অর্থাৎ, NaOH কিন্তু গ্লাস ক্লিনারে NH_4OH অর্থাৎ, (ii) ব্যবহৃত হয়। ব্যাখ্যা–
তাই গ্লাসে লেগে থাকা ধূলাবালি বা ময়লার মধ্যে স্প্রে করার মাধ্যমে গ্লাস ক্লিনার প্রয়োগ করা হলে উক্ত গ্লাস ক্লিনারের পোলার উপাদানটি ময়লাকে আবেশী ডাইপোলে পরিণত করে। ফলে ক্লিনারের পোলার উপাদানের সাথে গ্লাসের ময়লার ডাইপোল আবেশী ডাইপোল-ডাইপোল বন্ধন তৈরি হয়। অপরদিকে গ্লাস একটি অপোলার পদার্থ। তাই আবেশী ডাইপোলার ময়লার সাথে গ্লাসের আকর্ষণ বল অপেক্ষা ক্লিনারের ডাইপোলার যৌগের সাথে আকর্ষণ বলটি অধিক শক্তিশালী হয়। ফলে ময়লা গ্লাস ক্লিনারের সাথে চলে আসে। আবার গ্লাস ক্লিনারের উপাদানটি উদ্বায়ী (যেমন, NH_3) হওয়ায় তা ময়লা সহ বাষ্পে পরিণত হয়। এতে গ্লাস পরিষ্কার হয়ে যায়।



চিত্র: গ্লাস ক্লিনারের ময়লা পরিষ্কার করার কৌশল

গ্লাস ক্লিনারে অ্যামোনিয়া ব্যবহার করা হয়। কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ব্যবহার করা হয় না, কারণ-গ্লাসের প্রধান উপাদান SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_2 + H_2O$$

ফলে গ্লাস ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। এই কারণে গ্লাস ক্লিনারে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ব্যবহার করা হয় না।

টয়লেট ক্লিনারের পরিষ্কারকরণ :
সাধারণ টয়লেট ক্লিনারে অধিক পরিমাণে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH), সোডিয়াম বাইকার্বনেট ($NaHCO_3$) থাকে। এরা ক্ষয়কারক পদার্থ। যেহেতু টয়লেটে মাটি-বালি, বিভিন্ন তৈলাক্ত জৈব পদার্থ থাকে তাই সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ঐ ময়লাগুলোকে ক্ষয় সাধন করে এবং বিক্রিয়া করে টয়লেটের কমোড, প্যান, মেঝেকে পরিষ্কার করে তোলে, কারণ সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ক্ষারধর্মী পদার্থ হওয়ায় অম্লীয় প্রকৃতি বালি এবং চর্বিজাত পদার্থগুলোর সাথে বিক্রিয়া করে লবণে পরিণত করে, সেই লবণগুলো পানিতে দ্রবণীয়, তাই টয়লেট ক্লিনার ব্যবহার করার পর পানি প্রবাহিত করলে ঐ ময়লাগুলো ধুয়ে পরিষ্কার হয়ে যায়।
টয়লেট ক্লিনারে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) ব্যবহার করা হয় কিন্তু অ্যামোনিয়াম ব্যবহার করা হয় না কারণ–
অ্যামোনিয়া একটি উদ্বায়ী পদার্থ। তাই টয়লেট ক্লিনারে এটি ব্যবহার করলে এটি আবদ্ধ পরিবেশে উদ্বায়ী বাষ্প হিসেবে অবস্থান করবে। আর অ্যামোনিয়া গ্যাস বিষাক্ত ও শ্লেষ্মা মেমব্রেন জ্বালাপোড়া সৃষ্টি করবে বলে এটি ব্যবহার করা ঠিক নয়।
আবার অ্যামোনিয়া দুর্বল ক্ষারক হওয়ায় টয়লেটের সাথে সংযুক্ত ময়লা পদার্থগুলোকে ক্ষয় সাধন করে অপসারণ করতে পারে না। কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড শক্তিশালী ক্ষারক এবং আয়নিক যৌগ হওয়ায় এটি সহজেই টয়লেটের ময়লাকে অপসারণ করতে সক্ষম হয়।

প্রশ্ন ▶ ৫৪ আখের রস $\xrightarrow[30°C]{\text{এনজাইম}}$ A + B $\xrightarrow[\text{ব্যাকটেরিয়া}]{\text{জাইমেজ}}$ C + CO_2 → D (প্রিজারভেটিভ)

[নোয়াখালী সরকারি মহিলা কলেজ]

ক. সক্রিয়ন শক্তি কী? ১
খ. Al_2O_3 উভধর্মী অক্সাইড কেন? ২
গ. উদ্দীপকের 4.744 pka বিশিষ্ট 0.1M ঘনমাত্রার D এর pH গণনা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের D উৎপাদনের মূলনীতি বর্ণনাপূর্বক খাদ্য সংরক্ষণে এর গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ন্যূনতম যে পরিমাণ শক্তি অর্জন করে কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক অণুসমূহকে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণের উপযুক্ততা অর্জন করতে হয় সেই পরিমাণ শক্তিকে সক্রিয়ন শক্তি বলে।

খ যে সকল অক্সাইড অম্ল ও ক্ষারক উভয় হিসেবে আচরণ করে তাদেরকে উভধর্মী অক্সাইড বলে। এখানে Al_2O_3 অম্ল এবং ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ উৎপন্ন করে। তাই বৈশিষ্ট্যেনুযায়ী Al_2O_3 একটি উভধর্মী অক্সাইড।

$Al_2O_3 + NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$ (এসিড হিসেবে)
$Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3H_2O$ (ক্ষার হিসেবে)

গ চতুর্থ অধ্যায় ২৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৫ $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow[\text{C+D}]{\text{ইনভার্টেজ}} A + B$

$$A + B \xrightarrow[30^\circ C]{\text{জাইমেজ}} C + D$$

$$C + O_2 \xrightarrow{\text{এসিটোব্যাক্টর}} E + H_2O$$

[বেপজা পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. সাসপেনশন কী? ১

খ. নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে গিয়ে পরিষ্কার হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের E-এর উৎপাদন প্রক্রিয়া বর্ণনা করো। ৩

ঘ. E যৌগটি খাদ্য সংরক্ষণে ভূমিকা রাখে বলে মনে কর কিনা— কারণসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5}cm এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ নদীর ঘোলা পানিতে কাদা, মাটি ইত্যাদি কলয়েড কণা ঋণাত্মক আধানে চার্জিত অবস্থায় থাকে। নদীর ঘোলা পানি সমুদ্রে আসলে সমুদ্রের পানিতে উপস্থিত লবণগুলির Na^+, K^+ ইত্যাদি দ্বারা ঘোলা পানির ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত কলয়েড কণাগুলো প্রশমিত হয়। ফলে নদীর পানি পরিষ্কার হয়ে যায়। এ কারণেই নদীর ঘোলাপানি সমুদ্রে গিয়ে পরিষ্কার হয়।

গ উদ্দীপকের E যৌগটি অ্যাসিটিক এসিড (CH_3COOH)। এর উৎপাদন প্রক্রিয়া নিচে বর্ণনা করা হলো—

ঈস্ট থেকে নিঃসৃত ইনভারর্টেজ এনজাইম চিনিকে আর্দ্রবিশ্লেষিত করে গ্লুকোজ ও ফ্রুক্টোজ উৎপন্ন করে। উৎপন্ন যৌগ দুটি জাইমেজ এনজাইম দ্বারা বিয়োজিত হয়ে ইথানল (C যৌগ) এবং কার্বন-ডাইঅক্সাইড D যৌগ উৎপন্ন করে।

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{ইনভার্টেজ}} \underset{(A)}{C_6H_{12}O_6} + \underset{(B)}{C_6H_{12}O_6}$$

$$\underset{(A)}{C_6H_{12}O_6} + \underset{(B)}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} \underset{(C)}{4CH_3CH_2{-}OH} + \underset{(D)}{4CO_2}$$

এক্ষেত্রে ফার্মেন্টেশন প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয় এবং প্রক্রিয়া শেষে 10% ইথানল দ্রবণে থাকে। অতঃপর এতে মাইকোডার্মা অ্যাসিটি নামক ব্যাকটেরিয়া যোগ করা হয় যা ইথানলকে জারিত করে ইথানোয়িক এসিড উৎপন্ন করে।

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\text{অ্যাসিটি}]{\text{মাইকোডার্মা}} \underset{(E)}{CH_3COOH} + H_2O$$

ঘ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৬ অ্যামোনিয়া দ্রবণ, আইসোপ্রোপাইলে অ্যালকোহল ও ভিটাবজেন্ট এর মিশ্রণ একটি পরিষ্কারক। *[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]*

ক. পলির বর্জন নীতি কি? ১

খ. অ্যাটম ইকোনমি বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্দীপকের মিশ্রণটির পরিষ্কারকরণ কৌশল ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. মিশ্রণটিতে অ্যামোনিয়ার পরিবর্তে একটি তীব্র ক্ষার ব্যবহার করলে পরিষ্কারকটি প্রয়োগক্ষেত্র ভিন্ন হয়ে যায় উক্তিটি প্রয়োজনীয় সমীকরণ সহ আলোচনা কর। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পলির বর্জন নীতিটি হলো— "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

খ অ্যাটম ইকোনমি হলো বিক্রিয়কসমূহকে সম্পূর্ণরূপে উৎপাদে পরিণত করার সক্ষমতা। এটিই হলো গ্রিন কেমিস্ট্রির অন্যতম মূল ভিত্তি। এক্ষেত্রে আকাঙ্ক্ষা থাকে যে সকল পরিমাণ বিক্রিয়ক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে এবং বিক্রিয়কসমূহের মোট ভর যেন উৎপাদসমূহের মোট ভরের সমান হয়। ফলে বিক্রিয়কসমূহের সর্বোচ্চ ব্যবহার নিশ্চিতকরণের মাধ্যমে বর্জ্যের পরিমাণ হ্রাস পাবে এবং সে সংক্রান্ত ব্যয়ও কমে যাবে।

কোনো বিক্রিয়ার অ্যাটম ইকোনমিকে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়—

$$AE = \frac{\text{কাঙ্ক্ষিত উৎপাদের সংকেত ভর}}{\text{সকল বিক্রিয়কের সংকেত ভরের সমষ্টি}} \times 100\%$$

গ ১৮(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫৭ একজন ক্ষুদ্র ব্যবসায়ী, আম, আনারস, পেয়ারা প্রভৃতি ফলকে কৌটাজাত করতে গিয়ে রাসায়নিক প্রিজারভেটিভ সোডিয়াম সালফাইটের পরিবর্তে প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভ হিসাবে চিনির দ্রবণ ব্যবহার করেন। *[বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]*

ক. তড়িৎ ঋণাত্মকতা কী? ১

খ. ল্যাবরেটরিতে ওয়াটার বাথ ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. ক্ষুদ্র ব্যবসায়ী যে পদ্ধতি অবলম্বন করেছেন তাতে বিভিন্ন ধাপের তাপমাত্রা সুনির্দিষ্ট মানে থাকা জরুরি —ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত রাসায়নিক প্রিজারভেটিভের পরিবর্তে প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভটি ব্যবহারের সিদ্ধান্তে তুমি কি একমত? তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন সমযোজী যৌগের অণুতে উপস্থিত দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে অধিক আকর্ষণ করার তুলনামূলক ক্ষমতাকে সেই মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

খ বিভিন্ন পরীক্ষা করার সময় ল্যাবরেটরিতে প্রয়োজনে তরল উপাদান অথবা বিক্রিয়াকে তাপ দিতে হয়। তরলকে না ফুটিয়ে যদি বিক্রিয়া ঘটানোর উদ্দেশ্য অথবা অন্য কোনো কারণে তাপ দিতে হয় তবে ওয়াটার বাথ ব্যবহার করা হয়। বাম্পিং ছাড়া সুষম এবং নিরাপদভাবে তাপ দেওয়ার জন্যই মূলত ওয়াটার বাথ ব্যবহার করা হয়।

গ ২২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫৮ কাঁচামাল ⟶ গ্রেইডিং ⟶ ব্লাঞ্চিং ⟶ খাদ্য সংরক্ষক

লেবেলিং ⟵ ঠান্ডা করা ⟵ রিটর্টিং ⟵ এগজস্টিং মুক্তকরণ

[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. দ্রাবক নিষ্কাশন কী? ১

খ. ইলেকট্রন 3d ও 4s অরবিটালদ্বয়ের কোনটিতে আগে প্রবেশ করবে? কেনো? ২

গ. খাদ্য সংরক্ষণে উদ্দীপকের ৩য়, ৫ম, ৬ষ্ঠ ধাপের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. চারটি খাদ্যের উল্লেখপূর্বক উদ্দীপকের ৪র্থ ধাপে যথাক্রমে কী কী সংরক্ষণ ব্যবহার উপযোগী যুক্তিসহ ব্যাখ্যা দাও। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো দ্রাবকে দ্রবীভূত একাধিক যৌগের মিশ্রণ থেকে সুনির্দিষ্ট উপযোগী দ্রাবক দ্বারা নির্দিষ্ট দ্রবকে মিশ্রণ থেকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে দ্রাবক নিষ্কাশন বলে।

খ দুটি অরবিটালের মধ্যে কোনটি নিম্নশক্তিস্তর, তা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা n এবং সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা l এর মান হতে হিসেব করা হয়। যে অরবিটালের জন্য (n + l) এর মান কম, সেটিই নিম্ন শক্তিস্তর অরবিটাল এবং ইলেকট্রন তাতেই প্রবেশ করে।

3d অরবিটালের জন্য $n = 3, l = 2$; সুতরাং, $n + l = 5$

4s অরবিটালের জন্য $n = 4, l = 0$; সুতরাং, $n + l = 4$

সুতরাং (n + l) নিয়ম অনুযায়ী 3d এর চেয়ে 4s এর শক্তি কম।
তাই ইলেকট্রন 4s-এ আগে প্রবেশ করবে।

গ উদ্দীপকের প্রবাহচিত্রটিতে খাদ্য সংরক্ষণের বিভিন্ন ধাপ দেখানো হয়েছে। নিম্নে ৩য় ৫ম ও ৬ষ্ঠ ধাপের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করা হলো–

৩য় ধাপ: খোসা ছাড়ানো ও টুকরা করা কাঁচা খাদ্য বস্তুকে ফুটন্ত পানির বাষ্পে 5–10 মিনিট উত্তপ্ত করাকে ব্লাঞ্চিং বলে। নরম সবজি ও বেশি পাকা ফলকে ব্লাঞ্চিং করা হয় না। ব্লাঞ্চিং এর ফলে খাদ্যবস্তুর অগ্রহনীয় গন্ধ দূর হয়, বর্ণ উন্নত হয়, পিচ্ছিল পদার্থ দূর হয় এনজাইম ও মাইক্রোঅরগানিজম বিনষ্ট হয়। তাই কাঁচা খাদ্যের জন্য ব্লাঞ্চিং অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৫ম ধাপ: লেবেলিং ধাপটিতে খাদ্যকে ক্যানার থেকে বের করে নিয়ে ভালভাবে মুছে নির্দিষ্টনামে লেভেল লাগানো হয়। ফলে পরবর্তীতে লেভেল দেখে খাদ্যকে সনাক্ত করা যায়।

৬ষ্ঠ ধাপ: ঠাণ্ডাকরণ হলো খাদ্য সংরক্ষরণের ৬ষ্ঠ ধাপ। শীতল পানি প্রবাহিত করে খাদ্যকে কক্ষ তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করা হয়। এতে খাদ্যের বর্ণ ঠিক থাকে ও রিটর্টিং এর পর খাদ্য বেশি নরম হয়ে যাওয়া থেকে রক্ষা পায় ও স্টেক বার্নিং হতে বাধা দেয়।

ঘ কৌটাজাতকরণের ৪র্থ ধাপটি হলো খাদ্য সংরক্ষক যোগ করা। এ ধাপে খাদ্যে প্রবৃকির উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থ খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে যোগ করা হয়ে থাকে। নিম্নে চারটি খাদ্যের জন্য ৪র্থ ধাপে কি কি খাদ্য সংরক্ষক ব্যবহার করা হয় তা উল্লেখ করা হলো।

আনারস ও আম: আম ও আনারস সংরক্ষণের জন্য 40% চিনির দ্রবণ ও 0.25% সাইট্রিক এসিড দ্বারা যোগ করা হয়। এক্ষেত্রে চিনির গাঢ় দ্রবণ ও সাইট্রিক এসিড বিভিন্ন ব্যাকটেরিয়া ও অণুজীবকে ধ্বংস করে খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে কাজ করে। এক্ষেত্রে সাইট্রিক এসিড দ্রবণের pH কমিয়ে দেয় ফলে বিভিন্ন অণুজীব জন্মাতে পারে না।

কচি ভুট্টা: ভুট্টার কৌটাজাতকরণে 2% খাদ্য লবণ ও 5% চিনির দ্রবণ খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে যোগ করা হয়।

মাছ ও মাংস: মাছ ও মাংসের কৌটাজাতকরণে 2%NaCl ও 2% চিনির দ্রবণ প্রিজারভেটিভ হিসেবে যোগ করতে হয়। খাদ্য সংরক্ষণের দ্রবণে খাদ্যকে ডুবিয়ে রাখতে হয়।

খাসির মাংস: খাসির মাংস সংরক্ষণে $NaNO_3$, $NaNO_2$ ও ভিনেগার ইত্যাদি যোগ করে সংরক্ষণ করতে হয়।

খাদ্য কৌটাজাতকরণে ব্যবহৃত প্রায় সবকয়টি খাদ্য সংরক্ষকই মূলত ব্যাকটেরিয়াসহ বিভিন্ন অণুজীবের আক্রমণ থেকে খাদ্যকে রক্ষা করে। ভিনেগার ও সাইট্রিক এসিডের H^+ ব্যাকটেরিয়া ও অণুজীবের কোষকে ধ্বংস করে, ফলে এরা মারা যায় এবং খাদ্যবস্তু দীর্ঘদিন পর্যন্ত সতেজ থাকে। তাই খাদ্য সংরক্ষণে এসব অনুমোদিত খাদ্য সংরক্ষক ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ▶ ৫৯

A = দুধ → B = মাখন
১ম অংশ

ইনভার্ট চিনি $\xrightarrow[20°–24°C]{\text{জাইমেস}}$ CO_2 + 'X'

'X' + O_2 $\xrightarrow{\text{অ্যাসিটোব্যাক্টর}}$ 'Y' + H_2O
২য় অংশ

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. আইসোটোন কী? ১

খ. HCl একটি পোলার যৌগ কেন? ২

গ. উপযুক্ত উদ্দীপক অনুসারে 'A' থেকে 'B' এর প্রস্তুত প্রণালী বর্ণনা কর। ৩

ঘ. কীভাবে 'Y' যৌগটি খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ করে? ব্যাখ্যা কর। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব মৌলের নিউট্রন সংখ্যা সমান, কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ও ভর সংখ্যা ভিন্ন হয় তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোন বলে।

খ HCl যৌগে Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.0 এবং H এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 2.1। সুতরাং তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.9 অধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব অধিক তড়িৎঋণাত্মক Cl পরমাণুর দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। ফলে Cl পরমাণুর আংশিক ঋণাত্মক ও H পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়।

$$H-Cl \longrightarrow \overset{\delta+}{H}-\overset{\delta-}{Cl}$$

বিপরীত মেরুযুক্ত প্রান্ত সৃষ্টি হয় বলে HCl পোলার যৌগ।

গ ২৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬০

বাঁশ কোরল	প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভ দ্বারা সংরক্ষিত খাদ্য	কৃত্রিম প্রিজারভেটিভ দ্বারা সংরক্ষিত খাদ্য
A	B	C

[এম.সি একাডেমী (মডেল স্কুল ও কলেজ), গোলাপগঞ্জ, সিলেট]

ক. ভরক্রিয়া সূত্রটি লিখ। ১

খ. Mg লবণ শিখা পরীক্ষায় বর্ণ সৃষ্টি করে না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের A এর কৌটাজাতকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩

ঘ. B ও C এর মধ্যে কোনটি স্বাস্থ্যের জন্য অধিক নিরাপদ– ব্যাখ্যা কর। ৪

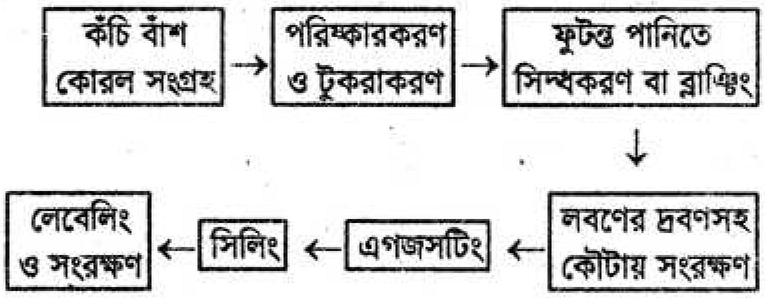
৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

খ Mg পরমাণুর আকার তুলনামূলকভাবে ছোট। এর ফলে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের সাথে দৃঢ়ভাবে থাকে যার ফলে শিখার অল্প তাপমাত্রায় ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে গমন করতে পারে না। ফলে শক্তি বিকীর্ণ হয় না। এ জন্যে ম্যাগনেসিয়াম লবণ শিখা পরীক্ষায় বর্ণ সৃষ্টি করে না।

গ A তথা বাঁশ কোরলের কৌটাজাতকরণ প্রক্রিয়া নিম্নরূপ :

পদ্ধতি : প্রথমে বাঁশকোরল সংগ্রহ করে পরিষ্কার করে অপ্রয়োজনীয় অংশ পরিহার করতে হবে। তারপর কাঙ্খিত আকার দিয়ে সিদ্ধ করতে হবে। এরপর পানি ঝরিয়ে এর সাথে 15% লবণ পানি মিশিয়ে কৌটাতে নিয়ে কৌটার মুখ বন্ধ করে 30 মিনিট থেকে ১ ঘণ্টা স্টেরিলাইজেশন করতে হবে। সবশেষে পাত্র ঠাণ্ডা করে লেবেল লাগিয়ে গুদামজাত করতে হবে।



ঘ ৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬১ আখের রস + H_2O $\xrightarrow{\text{ইনভার্টেজ}}$ A + B $\xrightarrow{\text{জাইমেজ}}$ C_2H_5OH,

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

ক. ট্যালক এর সংকেত কী? ১

খ. ২য় শক্তি স্তরে d অরবিটাল নেই কেন? ২

গ. উদ্দীপকের হতে কোন খাদ্য সংরক্ষকটি উৎপাদন করা হয়— সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপক হতে প্রাপ্ত এসিড খাদ্য সংরক্ষণ গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ট্যালক এর সংকেত– $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$।

খ আমরা জানি, কোনো প্রধান শক্তিস্তরে উপস্তর সংখ্যা সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার উপর নির্ভর করে। 2d- অরবিটালটি দ্বিতীয় শক্তিস্তরের অরবিটাল। দ্বিতীয় শক্তিস্তরের ক্ষেত্রে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, n = 2। n = 2 হলে সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হয় l = 0, 1। যেখানে l = 0 হলে s অরবিটাল এবং l = 1 হলে p অরবিটাল হয়। কিন্তু d অরবিটালের জন্য l এর মান হতে হবে 2। এখানে যেহেতু n এর মান 2 তাই l এর মান হবে 0 হতে (n – 1) পর্যন্ত। তাই d অরবিটাল অর্থাৎ ২য় শক্তিস্তরে 2d অরবিটাল সম্ভব নয়।

গ ১৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬২ ফুড প্রিজারভেটিভসমূহ খাদ্যকে সুষ্ঠুভাবে সংরক্ষণ করে। ভিনেগার খাদ্য সংরক্ষণ ছাড়াও বন্ধন শিল্পে ভিন্ন মাত্রা যোগ করেছে।

[পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ, পিরোজপুর]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১

খ. ট্যালকম পাউডারের উপাদানগুলি কী কী? ২

গ. দুধের পাস্তুরায়ন কীভাবে করে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের শেষোক্ত উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ ট্যালকম পাউডারের উপাদান :

i. টেলক (মূল উপাদান) ⟶ 92%

ii. জিংক স্টিয়ারেট ⟶ 3%

iii. ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট ⟶ 4.5%

iv. মেনথল (সুগন্ধ বস্তু) ⟶ 0.5%

গ এনজাইম ও অনুজীব (ক্ষতিকারক) কে ধ্বংস করার জন্য 100°C এর নিচে দুধকে তাপ প্রয়োগে উত্তপ্ত করা হয়; একে পাস্তুরাইজেশন প্রক্রিয়া বলে।

প্রথমে দুধকে বিভিন্ন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ক্রিমে পরিণত করা হয়। উৎপন্ন ক্রীমকে পাস্তুরায়ন করা হয় যা নিম্নে বর্ণনা করা হলো–

মাখন তৈরির জন্য ক্রীমকে প্রথমে পাঁকাতে হয় বা টক করতে হয়। বড় বড় ফ্যাক্টরিতে ক্রিমকে প্রথমে পাস্তুরিত করে অবাঞ্ছিত অণুজীব ধ্বংস করা হয়। ক্রিম পাস্তুরিত করার জন্য উচ্চ তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়। এতে অণুজীব ধ্বংস হওয়ায় মাখনের আয়ুষ্কাল বেড়ে যায়। পাস্তুরিত করার সময় ক্রিমকে 180 – 190°F তাপমাত্রায় গরম করা হয়। এরপর ক্রিমকে শীতল করে ফেলতে হয় এবং খুব ভালো করে নাড়াতে হয়, একে বাটার নিডিং বলে। এটা করলে মাখন আলাদা হয়ে যায়, এ কাজের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তার নাম বাটার চুর্ণার। এই মেশিনটি কাঠের তৈরি ড্রামের মতো। এর বাইরের ফ্রেম কাঠের তক্তা দিয়ে তৈরি। এরপর মাখনে প্রয়োজনীয় লবণ মিশিয়ে সংরক্ষণ করা হয়। মাখনে 2–2.5% লবণ মিশিয়ে দিলে মাখনে ব্যাকটেরিয়া জন্মায় না এবং মাখনের পানি সর্বত্র সুষমভাবে বন্টিত হয়। মাখন যেহেতু দ্রুত আপত্তিকর গন্ধ শোষণ করে, সেহেতু এটি মোড়কিকরণে ব্যবহৃত মোড়ক অবশ্যই আলোর ক্ষেত্রে অপ্রবেশ্য হবে। গ্রিজ-প্রুফ পেপার এবং অ্যালুমিনিয়াম লেমিনেট-এ ক্ষেত্রে মোড়ক হিসেবে ব্যবহৃত হতে পারে। মাখনের গলনাঙ্ক 32–35°C। মাখনে চর্বি, প্রোটিন ও পানি থাকে।

এভাবে দুধকে পাস্তুরায়নের মাধ্যমে জীবাণুমুক্ত করে মাখনে পরিণত করা হয়।

ঘ খাদ্য সংরক্ষণ ছাড়াও রঞ্জন শিল্পে বিভিন্নভাবে ভিনেগার ব্যবহৃত হয়।

ভিনেগার একটি প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক এবং এটি অম্লীয় স্বাদযুক্ত হওয়ায় বিভিন্ন প্রকার আচার সংরক্ষণের পাশাপাশি খাদ্যের স্বাদ বৃদ্ধিতে সহায়তা করে।

রঞ্জন শিল্পে ভিনেগার প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভস হিসেবে যেসব ভূমিকা পালক করে তার মধ্যে অন্যতম হলো :

- **আচার সংরক্ষণে :** সব ধরনের আচার যেমন আমের আচার, জলপাই-এর আচার, আমড়ার আচার, তেঁতুলের আচার, চালতার আচার, রসুনের আচার ও বরই-এর আচার ইত্যাদি সকল স্বাদের (ঝাল অথবা মিষ্টি) ক্ষেত্রেই সংরক্ষণের জন্য ভিনেগার দরকার হয়।
- **মাছ-মাংস সংরক্ষণে :** মাছ-মাংস কৌটাজাতকরণে ভিনেগারের বিকল্প খুঁজে পাওয়া বিরল, কারণ এটি এদের পচন রোধে বিরাট অবদান রাখে। তবে ফলের মতো ইচ্ছা করলে মাংসেরও আচার তৈরি করে সংরক্ষণ করা সম্ভব।
- **স্যুপের স্বাদ বৃদ্ধিতে :** আমাদের ছোট ছেলে মেয়ে স্যুপ খুব পছন্দ করে। প্রাকৃতিক ভিনেগারের স্বাদ টকজাতীয় এবং এটি স্বাস্থ্যসম্মত বিধায় এর সামান্য অংশ স্যুপে যোগ করে তার স্বাদ বৃদ্ধি করা হয়।

- **সুস্বাদু সালাদ তৈরিতে :** আমাদের প্রতিদিনের খাবারের তালিকায় যে সালাদ অপরিহার্য তার স্বাদ বৃদ্ধির জন্য ভিনেগার যোগ করা হয়। এটি বাজারে সিরকা নামে মুদির দোকানে কাচের বোতলে কিনতে পাওয়া যায়।
- **রোগ প্রতিরোধে ভিনেগার :** শারীরিক বহুমাত্রিক রোগ প্রতিরোধে খাবারের সাতে ভিনেগার মেশানো হয়ে থাকে। এটি মুখের রুচি ফিরিয়ে আনে, রক্ত সরবরাহ প্রক্রিয়া ত্বরান্বিত করে, হজমশক্তি বাড়িয়ে দেয়, রক্তের অতিরিক্ত চর্বি অপসারণে এবং শরীরে সৃষ্ট তরল অপদ্রব্য নিঃসরণ কাজে সহায়তা করে। তাছাড়া এটি ক্যান্সার ও টিউমার প্রতিরোধে শরীরে রোগ প্রতিরোধক্ষমতা বৃদ্ধি করে।

প্রশ্ন ▶ ৬৩

ভিনেগার	টয়লেট ক্লিনার	গ্লাস ক্লিনার
F	G	H

[উদয়ন উচ্চ মাধ্যমিক স্কুল, ঢাকা]

ক. আইসোটোন কী? ১

খ. AgF পানিতে দ্রবণীয় AgCl পানিতে অদ্রবণীয় কেন? ২

গ. "খাদ্য সংরক্ষণে 'F' একটি অতুলনীয় প্রিজারভেটিভ।"– ব্যাখ্যা করো। ৩

ঘ. G ও H পরিষ্কারক দুটির পরিষ্কারকরণ কৌশল কী একই রকম? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব মৌলের নিউট্রন সংখ্যা সমান, কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ও ভর সংখ্যা ভিন্ন হয় তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোন বলে।

খ সিলভার হ্যালাইডসমূহের ক্ষেত্রে দেখা যায় যে, AgF থেকে AgI পর্যন্ত দ্রাব্যতা কমতে থাকে। AgF পানিতে দ্রাব্য, কিন্তু AgCl অদ্রবণীয়। F^- আয়নটি Cl^- আয়নের তুলনায় অত্যন্ত ক্ষুদ্র। বৃহদাকার আয়ন হওয়ার প্রেক্ষিতে ক্লোরাইড আয়নের ইলেকট্রন মেঘ অধিকতর পোলারিত এবং AgF এর তুলনায় AgCl অধিকতর সমযোজী বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন। এ কারণে AgF পানিতে দ্রবণীয়, কিন্তু AgCl অদ্রবণীয়।

গ ৮(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উদ্দীপকের G যৌগটি টয়লেট ক্লিনার।

যৌগটি দ্বারা পরিষ্কারকরণের কৌশল:

টয়লেটের ময়লার তেল ও চর্বির সাথে কস্টিক সোডা NaOH বিক্রিয়া করে সাবান ও গ্লিসারিন তৈরি করে।

$$\begin{array}{l} CH_2\text{–}COOR \\ | \\ CH\text{–}COOR \\ | \\ CH_2\text{–}COOR \\ \text{(তেল/চর্বি)} \end{array} + NaOH \rightarrow \begin{array}{l} CH_2\text{–}OH \\ | \\ CH\text{–}OH \\ | \\ CH_2\text{–}OH \\ \text{(গ্লিসারিন)} \end{array} + 3R-COONa \text{ সাবান}$$

উৎপন্ন সাবান ও টয়লেট ক্লিনার প্রস্তুতির সময় সংযুক্ত সাবান পরিষ্কারক হিসেবে মুখ্য ভূমিকা পালন করে। সাবানের অণুতে পোলার ও অপোলার এ দুটি অংশ থাকে। সাবানের এক প্রান্তের পোলার কার্বক্সিলেট আয়ন হাইড্রোফিলিক ও অপর প্রান্তের অপোলার অংশ থাকে। হাইড্রোফিলিক পানিতে দ্রবণীয় ও পোলার। লিপোফিলিক তেল, চর্বিতে দ্রবণীয় এবং অপোলার।

$CH_3\text{–}(CH_2)_{16}$	–	COO^-Na^+
পানিতে অদ্রবণীয়		পানিতে দ্রবণীয়
অপোলার অংশ লেজ		পোলার অংশ মাথা

টয়লেট ক্লিনার যখন পানির সংস্পর্শে এসে গলে যায় তখন সাবানের হাইড্রোফিলিক কার্বক্সিলেট আয়ন পানিতে দ্রবীভূত হয় এবং হাইড্রোফোবিক পানিতে অদ্রবীভূত থেকে যায়।

ফলে টাইলস এর উপরিতলে সাবানের একটি সূক্ষ্মস্তর সৃষ্ট হয়। যখন ব্রাশ দিয়ে আলোড়িত করা হয় তখন তেলও ময়লার সূক্ষ্ম কণাগুলো টাইলস হতে আলাদা হয়ে যায় এবং পানিতে ভেসে ওঠে। তেল ও ময়লার কণাগুলো সমধর্মী চার্জের কারণে পরস্পর বিকর্ষণে ইমালশনে পরিণত হয় যা পানি দ্বারা ধুয়ে অপসারণ করা হয়।

H যৌগটি গ্লাস ক্লিনার।

H এর ক্রিয়া-কৌশল: গ্লাসে লেগে থাকা ময়লার মধ্যে থাকে গ্রিজ বা চর্বি ও ধূলাবালি।

গ্লাস ক্লিনারের NH_3 তৈলাক্ত পদার্থকে দ্রবীভূত করে। এটি wetting agent রূপে পানির surface tension কে হ্রাস করে। NH_3 এর জলীয় দ্রবণ NH_4OH উৎপন্ন করে। NH_4OH এর অ্যানায়নিক প্রান্ত হাইড্রোফিলিক হওয়ায় কাচের তলকে সিক্ত করে। গ্লাস ক্লিনারের যে অংশ পানিতে অদ্রবণীয় সেটি হাইড্রোফোবিক অংশ। এ হাইড্রোফোবিক অংশ তেল বা চর্বির হাইড্রোফিলিক অংশের সাথে যুক্ত হয়ে একটি অদ্রবণীয় ইমালশন তৈরি করে। এরপর পানিতে ধুয়ে নিলেই গ্লাসটি পরিষ্কার হয়ে যায়।

তাই পর্যালোচনা শেষে বলা যায় যে, পরিষ্কারক দুটির পরিষ্কার কৌশল একই রকম।

প্রশ্ন ▶ ৬৪

বিকারক	উৎপন্ন দ্রব্য
কস্টিক সোডা	পরিষ্কারক A
অ্যামোনিয়া দ্রবণ	পরিষ্কারক B

[নেত্রকোণা সরকারি কলেজ, নেত্রকোণা]

ক. সাসপেনশন কী? ১

খ. কলয়েড কণার সুস্থিতি কিভাবে বিনষ্ট করা যায়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A এর পরিষ্কার কৌশল ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. টয়লেট ক্লিনার হিসাবে B এর ব্যবহার করা যাবে কী? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পদার্থ অপর একটি পদার্থের মধ্যে 10^{-5}cm এর অধিক ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিভাজিত হয়ে বিস্তৃত থাকলে যে অসমসত্ত্ব এবং অস্থায়ী মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, তাকে সাসপেনশন বলে।

খ কলয়েড কণার সুস্থিতি বিনষ্ট করার উপায় হলো–

i. দুটি বিপরীত আধানযুক্ত সলকে সমমোলার অনুপাতে মেশালে উভয়েরই কোয়াগুলেশন হবে।

ii. সাধারণভাবে ফুটিয়ে কোনো কোলয়েড দ্রবণকে কোয়াগুলেশন করা যায়।

iii. তড়িচ্ছালন প্রক্রিয়ার মাধ্যমেও কলয়েডের সুস্থিতি বিনষ্ট করা যায়।

গ ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬৫

ভিনেগার	খাদ্য সংরক্ষণ
BHA	
EDTA	

[নিউ গভঃ ডিগ্রী কলেজ, রাজশাহী]

ক. পাস্তুরায়ন কাকে বলে? ১

খ. খাদ্য নিরাপত্তা ব্যবস্থায় রসায়নের ভূমিকা বহুমুখী -ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত খাদ্য সংরক্ষকগুলোর বর্ণনা দাও। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত খাদ্য সংরক্ষকগুলো খাদ্যের সব ধরনের পচনরোধ করতে সক্ষম-উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এনজাইম ও ক্ষতিকারক অণুজীবকে ধ্বংস করার জন্য ক্রীমকে 95°C বা আরও বেশি তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করার প্রক্রিয়াকে পাস্তুরাইজেশন বলে।

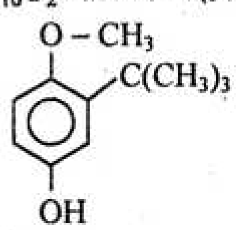
খ খাদ্য নিরাপত্তা বলতে আমরা তিনটি বিষয়কে বুঝি–

1. খাদ্যের পর্যাপ্ততা
2. খাদ্যের সহজলভ্যতা
3. খাদ্যের সঠিক ব্যবহার

রসায়ন সমন্বিত উর্বর মাটি ব্যবস্থাপনা, উন্নত বীজ উদ্ভাবন ও সমন্বিত বালাই ব্যবস্থাপনার মাধ্যমে খাদ্যে পর্যাপ্ততা নিশ্চিত করে। আবার উৎপন্ন খাদ্যে প্রক্রিয়াজাতকরণ, সংরক্ষণ ও বিপণনের মাধ্যমে খাদ্যের সহজলভ্যতা নিশ্চিত করে। পুষ্টিজ্ঞান সৃষ্টি ও জৈবিক সমৃদ্ধিকরণ এর মাধ্যমে রসায়ন খাদ্যের সঠিক ব্যবহার ও নিশ্চিত করে। সুতরাং, খাদ্য নিরাপত্তায় রাসায়নের ভূমিকা বহুমুখী।

গ উদ্দীপকে উল্লেখিত খাদ্য সংরক্ষকগুলোর বর্ণনা নিচে তুলে ধরা হল–

1. ভিনেগার : ভিনেগারের মূল উপাদান ইথানোয়িক বা অ্যাসিটিক অ্যাসিড। সাধারণভাবে ইথানোয়িক এসিডের 6-10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলা হয়। এটি একটি বহুল ব্যবহৃত প্রাকৃতিক প্রিজারভেটিভ।
2. BHA : BHA এর পূর্ণ নাম বিউটাইলেটেড হাইড্রক্সি এনিসোল এবং সংকেত $C_{11}H_{16}O_2$ গাঠনিক সংকেত :



এটি খাদ্য সংরক্ষণে এন্টিঅক্সিডেন্ট এজেন্ট হিসাবে কাজ করে।

3. EDTA : এটি একটি কিলেটিং এজেন্ট। আণবিক সংকেত $C_{10}H_{16}N_2O_8$ গাঠনিক সংকেত :

$$\begin{matrix} HOOC-CH_2 \diagdown & & \diagup CH_2COOH \\ & N-CH_2-CH_2-N & \\ HOOC-CH_2 \diagup & & \diagdown CH_2COOH \end{matrix}$$

ঘ খাদ্যে সাধারণত তিনটি কারণে পচন সৃষ্টি হয়। কারণগুলো হচ্ছে এনজাইমের ক্রিয়া, জারণ ক্রিয়া ও ব্যাকটেরিয়া ও অন্যান্য অণুজীবের ক্রিয়া। কিন্তু উদ্দীপকের প্রিজারভেটিভসমূহ তথা ভিনেগার, BHA ও EDTA উপরোক্ত সব ধরনের পচনই রোধ করতে পারে। নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল–

ভিনেগার হচ্ছে ইথানয়িক এসিডের 6-10% জলীয় দ্রবণ। খাদ্যদ্রব্যে ভিনেগার যোগ করলে তা খাদ্য উপাদানের pH মানকে কমিয়ে দেয়। এ মান 5 থেকে 4 এর নিচে নেমে আসে। যেসব খাদ্যের pH মান 4.5 এর কম সেগুলো আর ব্যাকটেরিয়া দ্বারা আক্রান্ত হয় না। সুতরাং ভিনেগার ব্যাকটেরিয়া ও অন্যান্য অনুজীবের বংশবৃদ্ধি করতে দেয় না ও খাদ্যের পচন রোধ করে।

অন্যদিকে BHA একটি এন্টিঅক্সিডেন্ট এজেন্ট। এনিঅক্সিডেন্ট এজেন্ট বলতে সেইসব প্রিজারভেটিভ বলতে সেইসব উপাদানকে বোঝায় যার খাদ্যের জারণ ক্রিয়াকে প্রতিহত করে। অসম্পৃক্ত ফ্যাটি অ্যাসিডযুক্ত খাদ্য উপাদান সূর্যালোকের আলোতে অতি সহজেই জারণের ফলে হাইড্রো পারক্সাইড (R – O – O – H) এ পরিণত হয় এবং খাদ্যের পচন ঘটায়। BHA একটি তীব্র জারণ প্রতিরোধক উপাদান তাই এটি খাদ্যদ্রব্যের সব ধরনের জারণক্রিয়া বন্ধ করে পচন রোধ করে।

আবার, EDTA একটি কিলেটিং এজেন্ট যার কাজ খাদ্যদ্রব্য শাক-সবজি, ফল ইত্যাদি কাটার পর এনজাইমের ক্রিয়া বন্ধ করা। সুতরাং এটি খাদ্যে যোগ করলে এনজাইমের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায় ও পচনরোধ হয়।

সুতরাং, বলা যায় যে, ভিনেগার, BHA ও EDTA খাদ্যের সব ধরনের পচন রোধ করতে পারে।

প্রশ্ন ▶ ৬৬ | ভিনেগার | NH_3 দ্রবণ | NaOH দ্রবণ |

A B C

[সরকারি শহীদ বুলবুল কলেজ, পাবনা]

ক. কিউরিং কী? ১

খ. শীতকালে কোল্ডক্রীম ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. খাদ্য সংরক্ষণে A এর ক্রিয়াকৌশল বর্ণনা কর। ৩

ঘ. গ্লাস ক্লিনার তৈরিতে B ও C এর মধ্যে কোনটি অধিকতর উপযোগী? বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক খাদ্য সংরক্ষণের উদ্দেশ্যে কৌটাজাত খাদ্যকে লবণের দ্রবণ (NaCl এর জলীয় দ্রবণ 5–20%) এ সংরক্ষণের পদ্ধতিকে কিউরিং (Curing) বলে।

খ কোল্ডক্রিম হচ্ছে পানি এবং তেল অথবা চর্বির এক ধরনের ইমালশন অর্থাৎ তেলের মধ্যে পানির মিশ্রণ। শীতকালে বাতাসের আর্দ্রতা কম থাকায় শরীরের ত্বক অতিরিক্ত শুষ্কতায় ফেটে যায়। ত্বকের এই ফেটে যাওয়া হতে সুরক্ষার জন্য মূলত কোল্ডক্রিম ব্যবহৃত হয়। কারণ এটি ত্বকে প্রয়োগ করা হলে ইমালশনের বিয়োজনে পানির বাষ্পীকরণ ঘটে। এর ফলে ত্বকে শীতলীকরণ অনুভূত হয় এবং ত্বক নরম ও মসৃণ থাকে যা ত্বকের পানিশূন্যতাকে বাধাগ্রস্থ করে। ফলে দীর্ঘ সময় ধরে ত্বক শুষ্কতা ও রুক্ষতা থেকে সুরক্ষিত থাকে। তাই শীতকালে কোল্ডক্রিম ব্যবহার করা হয়।

গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ২০(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬৭

i) $CH_3 - CH_2OH + O_2 \xrightarrow{\text{এসিটো ব্যাকটর}}$ এসিড (A) + H_2O

ii) $Mg_3N_2 + 6H_2O \rightarrow B + 3Mg(OH)_2$

iii) $Na + H_2O \rightarrow D + H_2$

[চট্টগ্রাম বিজ্ঞান কলেজ]

ক. হ্যাজার্ড প্রতীক কী? ১

খ. বর্জ্য বিশোধন অপেক্ষা হ্রাস করণ উত্তম —ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A কীরূপে খাদ্য সংরক্ষণ করে তা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের B ও D যৌগদ্বয়ের ময়লা পরিষ্কারের ক্ষেত্র ভিন্ন—বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিপদজ্জনক রাসায়নিক দ্রব্যের জন্য ব্যবহৃত সুনির্দিষ্ট সতর্কীকরণ চিহ্নকে হ্যাজার্ড প্রতীক বলে।

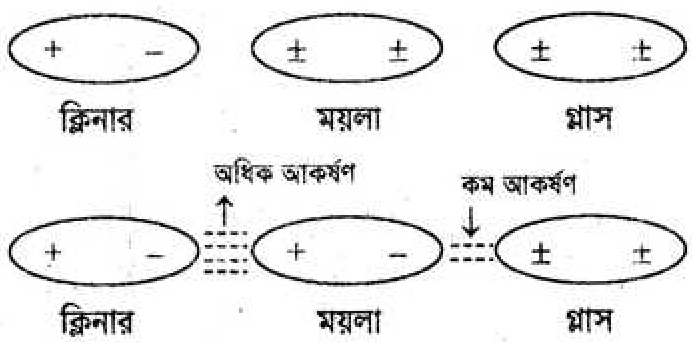
খ ল্যাবরেটরিতে পরীক্ষাকার্যে ব্যবহৃত হওয়ার পর অবশিষ্ট এবং পরীক্ষাকার্য শেষে অপ্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্যগুলোকে বর্জ্য বলে।

বর্জ্য বিশোধন কিংবা ব্যবস্থাপনার মূল কাজসমূহ হলো বর্জ্য চিহ্নিত করণ, বর্জ্য স্তুপীকরণ, কনটেইনার ব্যবস্থাপনা। বর্জ্য ব্যবস্থাপনা বর্জ্যের ক্ষতিকর প্রভাব হতে পরিবেশ রক্ষা করার অন্যতম উপায়। বর্জ্য বিশোধনের বিভিন্ন প্রযুক্তি থাকলেও তা সম্পাদন করা ব্যয়বহুল এবং কিছু ক্ষেত্রে বিপদজ্জনক। পরীক্ষাগারে পরিমিত রাসায়নিক দ্রব্যের ব্যবহার রাসায়নিক বর্জ্যের অধিকতর ক্ষতিকর প্রভাব ও রসায়ন গবেষণায় ব্যয় সংকোচন করে এবং নিরাপদ পরিবেশ সৃষ্টিতে সহায়তা করে। তাই বলা যায় বর্জ্য বিশোধন অপেক্ষা হ্রাসকরণ উত্তম।

গ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ B ও D যৌগদ্বয় যথাক্রমে NH_4OH ও NaOH.

গ্লাস ক্লিনারে সাধারণত উদ্বায়ী এবং পোলার রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করা হয়। তাই গ্লাসে লেগে থাকা ধূলাবালি বা ময়লার মধ্যে স্প্রে করার মাধ্যমে গ্লাস ক্লিনার প্রয়োগ করা হলে উক্ত গ্লাস ক্লিনারের পোলার উপাদানটি ময়লাকে আবেশী ডাইপোলে পরিণত করে। ফলে ক্লিনারের পোলার উপাদানের সাথে গ্লাসের ময়লার ডাইপোল আবেশী ডাইপোল-ডাইপোল বন্ধন তৈরি হয়। অপরদিকে গ্লাস একটি অপোলার পদার্থ। তাই আবেশী ডাইপোলার ময়লার সাথে গ্লাসের আকর্ষণ বল অপেক্ষা ক্লিনারের ডাইপোলার যৌগের সাথে আকর্ষণ বলটি অধিক শক্তিশালী হয়। ফলে ময়লা গ্লাস ক্লিনারের সাথে চলে আসে। আবার গ্লাস ক্লিনারের উপাদানটি উদ্বায়ী (যেমন, NH_3) হওয়ায় তা ময়লা সহ বাষ্পে পরিণত হয়। এতে গ্লাস পরিষ্কার হয়ে যায়।



চিত্র: গ্লাস ক্লিনারের ময়লা পরিষ্কার করার কৌশল

গ্লাস ক্লিনারে অ্যামোনিয়া ব্যবহার করা হয়। কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ব্যবহার করা হয় না, কারণ-গ্লাসের প্রধান উপাদান SiO_2, যা তীব্র ক্ষারক NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) নামক যৌগ তৈরি করে।

$$NaOH + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_2 + H_2O$$

ফলে গ্লাস ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। এই কারণে গ্লাস ক্লিনারে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ব্যবহার করা হয় না।

টয়লেট ক্লিনারের পরিষ্কারকরণ :

সাধারণ টয়লেট ক্লিনারে অধিক পরিমাণে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH), সোডিয়াম বাইকার্বনেট ($NaHCO_3$) থাকে। এরা ক্ষয়কারক পদার্থ। যেহেতু টয়লেটে মাটি-বালি, বিভিন্ন তৈলাক্ত জৈব পদার্থ থাকে তাই সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ঐ ময়লাগুলোকে ক্ষয় সাধন করে এবং বিক্রিয়া করে টয়লেটের কমোড, প্যান, মেঝেকে পরিষ্কার করে তোলে, কারণ সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ক্ষারধর্মী পদার্থ হওয়ায় অম্লীয় প্রকৃতি বালি এবং চর্বিজাত পদার্থগুলোর সাথে বিক্রিয়া করে লবণে পরিণত করে, সেই লবণগুলো পানিতে দ্রবণীয়, তাই টয়লেট ক্লিনার ব্যবহার করার পর পানি প্রবাহিত করলে ঐ ময়লাগুলো ধুয়ে পরিষ্কার হয়ে যায়। টয়লেট ক্লিনারে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) ব্যবহার করা হয় কিন্তু অ্যামোনিয়াম ব্যবহার করা হয় না কারণ–

অ্যামোনিয়া একটি উদ্বায়ী পদার্থ। তাই টয়লেট ক্লিনারে এটি ব্যবহার করলে এটি আবদ্ধ পরিবেশে উদ্বায়ী বাষ্প হিসেবে অবস্থান করবে। আর অ্যামোনিয়া গ্যাস বিষাক্ত ও শ্লেষ্মা মেমব্রেন জ্বালাপোড়া সৃষ্টি করবে বলে এটি ব্যবহার করা ঠিক নয়।

আবার অ্যামোনিয়া দুর্বল ক্ষারক হওয়ায় টয়লেটের সাথে সংযুক্ত ময়লা পদার্থগুলোকে ক্ষয় সাধন করে অপসারণ করতে পারে না। কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড শক্তিশালী ক্ষারক এবং আয়নিক যৌগ হওয়ায় এটি সহজেই টয়লেটের ময়লাকে অপসারণ করতে সক্ষম হয়।

সুতরাং, B ও D তথা NH_4OH ও NaOH এর পরিষ্কারের ক্ষেত্র ভিন্ন।

প্রশ্ন ▶ ৬৮ (i) $R - COONa + H_2O \longrightarrow A + B$ (ক্ষার)

(ii) $NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow C + CaCl_2 + H_2O$

[কুষ্টিয়া সরকারি কলেজ, কুষ্টিয়া]

ক. এটম ইকোনোমি বলতে কী বুঝ? ১

খ. "বাঁশ কোরলকে বন্য সবজির রাজা" বলা হয় কেন? ২

গ. 10% A (আণবিক ভর –60) দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ কৌশল বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের B ও C এর মধ্যে কোনটি গ্লাস ক্লিনার হিসেবে উপযুক্ত –যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো রাসায়নিক দ্রব্য বানাতে অপচয়কৃত এটম গণনা করা হয় তাকে এটম ইকোনোমি বলে।

খ বাঁশ কোরল হলো এক ধরনের সবজি যা আমাদের উপজাতিরা বর্ষাকালে বাঁশ হতে সংগ্রহ করে। ইহাতে তন্তুর পরিমাণ অনেক বেশি এবং মোটামুটিভাবে ৪.৫% শর্করা, ০.৯% অ্যাশ, ১.৬% প্রোটিন, ০.৩% চর্বি থাকে। এছাড়াও এতে ভিটামিন-এ, বি-1, বি-2 এবং সি পাওয়া যায়। বাঁশ কোরল-(i) রুচি বাড়ায় ও হজমে সাহায্য করে, (ii) ক্যান্সার প্রতিরোধে ভূমিকা রাখে, (iii) রক্তচাপ ও রক্তের কোলেস্টেরল কমায়। এজন্যে বাঁশ কোরলকে বন্য সবজির রাজা বলা হয়

গ ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৬৯ কয়েক শতাব্দী ধরে একটি অম্লীয় তরল আমাদের দেশের গৃহিনীদের নিকট জনপ্রিয় খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে আসছে। সংরক্ষকটি অ্যালকোহলের এনজাইম প্রভাবিত জারনে তৈরি করা হয়।

[ঝালকাঠি সরকারি কলেজ, ঝালকাঠি]

ক. কোয়াগুলেশন কী? ১

খ. বিক্রিয়ার উপর সক্রিয়ন শক্তির প্রভাব লিখ। ২

গ. উদ্দীপকের আলোকে খাদ্য সংরক্ষকটি কিভাবে প্রস্তুত করা যায়। ৩

ঘ. উদ্দীপকের জনপ্রিয় খাদ্য সংরক্ষকটির খাদ্য সংরক্ষণের কৌশল বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ প্রারম্ভিক অবস্থায় বিক্রিয়ক কণার গড় শক্তি (E_A) ও অস্থায়ী জটিল অবস্থায় বস্তু কণার গড় শক্তি (E_x) পার্থক্যকে সক্রিয়ন শক্তি বলে। সক্রিয়ন শক্তির হ্রাস বা বৃদ্ধি তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের সাথে সম্পর্কযুক্ত। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে বিক্রিয়কের অণুগুলোর মধ্যে সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং অধিক সংখ্যক অণু বিক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সক্রিয়ন শক্তি লাভ করে। বিজ্ঞানী আরহেনিয়াসের সমীকরণ থেকে দেখা যায়।

$$k = Ae^{-Ea/RT}$$

বা, $\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$

এখানে, k = বিক্রিয়ার হার ধ্রুবক, E_a = সক্রিয়ন শক্তি

গ ৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭০ দুধ থেকে নিম্ন লিখিত পদ্ধতিতে B উৎপাদন করা হয় :

ক্রিম [ ] → [ ] → [এজিং] → [ ] → [ধৌত করণ] → [B]

[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

ক. টেলকম পাউডারের মূল উপাদানের নাম কী? ১

খ. NH_3 ও HCl গ্যাস মিশ্রনের ক্ষেত্রে ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র প্রযোজ্য নয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে B তৈরীর পদ্ধতি আলোচনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উৎপাদিত B থেকে ঘি উৎপাদন করা হয় –পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৪

৭০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক টেলকম পাউডারের প্রধান উপাদান হলো ট্যালক ($3MgO.4SiO_2.H_2O$)।

খ ডাল্টন এর আংশিক চাপ সূত্র সে সকল গ্যাসের ক্ষেত্র প্রযোজ্য যারা মিশ্রণে বিক্রিয়াহীন ভাবে মিশ্রণে অবস্থান করে। কিন্তু NH_3 ও HCl গ্যাস মিশ্রণে বিক্রিয়া করে NH_4Cl উৎপন্ন করে।

$$NH_3 + HCl(g) \rightarrow NH_4Cl$$

যা ডাল্টন এর আংশিক চাপসূত্রের শর্তের পরিপন্থি। এই জন্য NH_3 ও HCl গ্যাসের মিশ্রণের ক্ষেত্রে ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্র প্রযোজ্য হবে না।

গ উদ্দীপকের B হলো মাখন

দুধ থেকে মাখন তৈরির প্রক্রিয়া নিচে আলোচনা করা হলো :

মাখন তৈরি জন্য প্রথমে দুধ থেকে ক্রিম আলাদা করে নেয়া হয়। এ উদ্দেশ্যে দুধকে সেন্ট্রিফিউজ যন্ত্রে নিয়ে আলোড়িত করা হয় ফলে দুধ থেকে ক্রিম আলাদা হয়। এ ক্রিম একটি পাত্রে সংগ্রহ করা হয়।

পৃথকীকরণ ক্রিম থেকে চার্নিং প্রক্রিয়া দ্বারা মাখন পাওয়া যায়। চার্নিং হচ্ছে এমন একটি প্রক্রিয়া যেখানে ক্রিমকে তীব্রভাবে আলোড়ন করে বড় আকৃতির মাখন কণায় পরিণত করা যায়। ক্রিমকে আলোড়ন করার ফলে চর্বির চারদিকে ভঙ্গুর পর্দা বা মেমব্রেন ভেঙে যায়। এর ফলে চর্বিগুচ্ছ বা মাখন কণা তৈরি হয়। চার্নিং প্রক্রিয়া অব্যহত রাখা হলে চর্বির বৃহত্তর গুচ্ছ একীভূত হয়ে বায়ুর বুদবুদের সাথে একটি নেটওয়ার্ক গঠন করে। এই নেটওয়ার্ক তরলকে আবদ্ধ করে এবং ফেনা তৈরি করে। চর্বিগুচ্ছের আকার বড় হওয়ার সাথে সাথে সৃষ্ট ফেনা চর্বিগুচ্ছ থেকে নির্গত হয়। এই ফেনাকে দুধ মাখন (ঘোল) বলা হয়।

চার্নিং প্রক্রিয়ার শেষ ধাপে দুধের ক্রিম দুধ মাখনে পৃথক হয়। দুধ মাখনকে (ঘোল) পৃথক করার ফলে প্রাপ্ত চর্বিগুচ্ছই হলো মাখন।

ঘ উদ্দীপকে উল্লিখিত B অর্থাৎ মাখন থেকে ঘি তৈরির পদ্ধতি নিচে বর্ণনা করা হলো :

প্রথমত সংগৃহীত মাখন কে কক্ষ তাপমাত্রায় আনা হয়। এরপর এ মাখন একটি কড়াইয়ে নিয়ে উত্তপ্ত করতে হবে যাতে মাখন গলে যায়। এভাবে কিছু সময় তাপদিতে থাকলে গলিত মাখনের উপর ফেনা সৃষ্টি হতে দেখা যায়। কিছু সময় পর পর ফেনা অপসারণ করতে হয়। এভাবে ২০ থেকে ২৫ মিনিট উত্তপ্ত করা পর পুনরায় মাখনের উপর থেকে সাদা ফেনা সরিয়ে ঠান্ডা করে ছাঁকতে হবে। ছাকনের পর প্রাপ্ত দ্রবণই ঘি। আর এই পদ্ধতিতে মাখন থেকে ঘি প্রস্তুত করা হয়।

পঞ্চম অধ্যায় : কর্মমুখী রসায়ন

৩২৬. কোনটি অ্যান্টিমাইক্রোবায়েট দ্রব্য? (জ্ঞান)
ক KNO_3 খ KNO_2
গ $NaNO_2$ ঘ Na_2O_2 — গ

৩২৭. কোনটি খাদ্যবস্তুজনিত রোগের ঝুঁকি কমায়? (অনুধাবন)
ক ফুড রেডিওলোজি
খ ফুড প্রিজার্ভেটিভ্স
গ ফুড রিওলোজি ঘ ফুড বায়োগ্রাফি — ঘ

৩২৮. কাইটোসান কী? (জ্ঞান)
ক এক ধরনের এসিডিক কেমিক্যাল
খ এক ধরনের ক্ষারকীয় কেমিক্যাল
গ এক ধরনের তরল পদার্থ
ঘ এক ধরনের বায়ো অণু — ঘ

৩২৯. কোনটি এন্টিমাইক্রোবায়েট? (জ্ঞান)
ক $NaNO_3$ খ H_2SO_4
গ CH_3COOH ঘ C_2H_5OH — ক

৩৩০. খাদ্যবস্তুর লিপিড এর জারণ রোধ করার জন্য কোনটি ব্যবহার করা হয়? (জ্ঞান)
ক SO_2 খ H_2SO_4
গ CO_2 ঘ NH_3 — ক

৩৩১. খাদ্যবস্তুর স্বাদ, গন্ধ ইত্যাদি অক্ষুণ্ণ রাখতে সাহায্য করে কোনটি? (জ্ঞান)
ক পানি খ অ্যামোনিয়া
গ জাইমেজ ঘ কাইটোসান — ঘ

৩৩২. ব্যাকটেরিয়ার বৃদ্ধি ত্বরান্বিত করার উপযোগী তাপমাত্রা কত? (জ্ঞান)
ক 30–45°C খ 55°C
গ 70°C ঘ 60°C — ক

৩৩৩. প্রিজারভেটিভস্ এর কাজ কোনটি? (প্রয়োগ)
ক খাদ্যবস্তুর স্বাদ বাড়ানো
খ খাদ্যবস্তু আকর্ষণীয় করা
গ খাদ্যবস্তু সংরক্ষণ করা
ঘ খাদ্যবস্তুকে দুর্গন্ধের হাত থেকে রক্ষা — গ

৩৩৪. নিচের কোনটি অ্যান্টিমাইক্রোবিয়াল প্রিজারভেটিভ নয়? *[যশোর বোর্ড-২০১৫]* [অনুধাবন]
ক সোডিয়াম বাই সালফাইড
খ পটাসিয়াম বাইসালফাইড
গ সোডিয়াম নাইট্রাইট
ঘ ফরমালিন — ঘ

৩৩৫. BHT কী হিসেবে ব্যবহৃত হয়? (জ্ঞান)
ক এন্টিমাইক্রোবিয়াল এজেন্ট
খ কিলেটিং এজেন্ট
গ এন্টিঅক্সিডেন্ট ঘ এন্টিনজেন্ট — গ

৩৩৬. কোনটি কিলেটিং এজেন্ট? *[মোহাম্মদপুর প্রিপারেটরি স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]* [জ্ঞান]
ক EDTA খ TEP
গ PVC ঘ TEF — ক

৩৩৭. BHA-এর পূর্ণরূপ কি? *[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫]*
ক Butalated hydroxy anisol
খ Butalated hydroxy acetate
গ Butahydrated hydroxy anisol
ঘ Butahydrated hydroxy amine — ক

৩৩৮. ক্লোসট্রিডিয়া কোনটি সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয়? (জ্ঞান)
ক শুকনো ফল খ মদ
গ মাংস ঘ পনির — গ

৩৩৯. সালফেট কোন রোগের জন্য দায়ী? (জ্ঞান)
ক এজমা খ বাতের ব্যথা
গ হার্টের অসুখ ঘ স্ট্রোক — গ

৩৪০. ভিনেগার কী? *[ল্যাবরেটরি স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]* [জ্ঞান]
ক 6 – 10% H – COOH এর জলীয় দ্রবণ
খ 6 – 10% CH_3 – COONa এর জলীয় দ্রবণ
গ 6 – 10% CH_3 – CHO এর জলীয় দ্রবণ
ঘ 6 – 10% CH_3 – COOH এর জলীয় দ্রবণ — ঘ

৩৪১. মাছ এবং মাংস সংরক্ষণে কোনটি ব্যাপক পরিমাণে ব্যবহৃত হয়? (জ্ঞান)
ক আদা খ চিনি
গ লবণ ঘ বরফ — গ

৩৪২. কোনটি ক্যান্সার সৃষ্টিকারক? (জ্ঞান)
ক সোডিয়াম নাইট্রাইট খ বেনজোয়েট
গ সাইট্রিক এসিড ঘ ব্রোমেট — ক

৩৪৩. কোনটি ডায়রিয়া সৃষ্টি করে? (জ্ঞান)
ক ব্রোমেট খ ক্রোমেট
গ বেনজোয়েট ঘ সালফেট — ক

৩৪৪. মাংস সংরক্ষণে কোনটি ব্যবহৃত হয়? (জ্ঞান)
ক সরবিক এসিড খ প্রোপানোয়িক এসিড
গ সোডিয়াম নাইট্রে ঘ সালফাইট — গ

৩৪৫. নিরাপদ খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে পরিচিত— *[রাজশাহী বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
ক সোডিয়াম বেনজোয়েট
খ সোডিয়াম নাইট্রাইট
গ ক্যালসিয়াম প্রোপানয়েট
ঘ ক্যালসিয়াম কার্বাইট — ক

৩৪৬. কোনটি প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষক? *[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৫]* [জ্ঞান]
ক ফরমালিন
খ সালফার ডাইঅক্সাইড
গ সোডিয়াম নাইট্রেট ঘ সোডিয়াম ক্লোরাইড — ঘ

৩৪৭. ভিনেগারে শতকরা কতভাগ এসিটিক এসিড থাকে? (জ্ঞান)
ক 2 – 6% খ 6 –10%
গ 4 – 10% ঘ 5 –10% — গ

৩৪৮. খাদ্যের তৈল বা চর্বির সাথে কী পরিমাণ BHA ও BHT ব্যবহৃত হয়? (অনুধাবন)
ক 0.1% খ 0.01%
গ 0.02% ঘ 0.2% — গ

৩৪৯. মাছ ও মাংস সংরক্ষণের জন্য কৌটার ভিতর নিম্নের কোন যৌগের প্রলেপ দেওয়া হয়? *[মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]* [অনুধাবন]
ক) ZnS খ) ZnO
গ) Ag_2O ঘ) NiO **খ**

৩৫০. জ্যাম, জেলিতে ব্যবহৃত চিনির ঘনমাত্রা কত? (জ্ঞান)
ক) 60 – 65% খ) 65 – 75%
গ) 65 – 75% ঘ) 60 – 75% **গ**

৩৫১. চিনিতে কোনটি উৎপন্ন হয়? (অনুধাবন)
ক) CH_3OH খ) HCHO
গ) CH_3CH_2OH ঘ) CH_3CHO **গ**

৩৫২. তৈল ও চর্বিযুক্ত খাদ্য সংরক্ষণে কোনটি ব্যবহৃত হয়? (জ্ঞান)
ক) BHA খ) EDTA
গ) BTH ঘ) BAH **ক**

৩৫৩. খাদ্যবস্তু নরম হওয়া রোধে ব্যবহৃত $CuCl_2$ এর মাত্রা কত? (জ্ঞান)
ক) 0.01 – 0.2% খ) 0.1 – 0.2%
গ) 1 – 5% ঘ) 0.001% **খ**

৩৫৪. কিউরিং কী? *[দিনাজপুর সরকারি কলেজ, দিনাজপুর]* [অনুধাবন]
ক) চিনি দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ প্রক্রিয়া
খ) ভিনেগার দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ প্রক্রিয়া
গ) পানি দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ প্রক্রিয়া
ঘ) লবণ দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ প্রক্রিয়া **ঘ**

৩৫৫. KMS বলতে কী বুঝ? (জ্ঞান)
ক) পটাশিয়াম মেটা সালফাইট
খ) পটাশিয়াম মেটাল সালফার
গ) পটাশিয়াম মেটাবাই সালফেট
ঘ) পটাশিয়াম মেটাসালফেট **গ**

৩৫৬. পানিতে কোনটি বিদ্যমান থাকলে কিউরিং পদ্ধতিতে বিঘ্ন ঘটায়? (অনুধাবন)
ক) Zn খ) Cu
গ) Ag ঘ) Fe **ঘ**

৩৫৭. ক্যানিং-এ ব্যবহৃত লবণের ঘনমাত্রা কত? [জ্ঞান]
[কিশোরগঞ্জ সরকারি মহিলা কলেজ, কিশোরগঞ্জ]
ক) 6-7% খ) 7-10%
গ) 7-12% ঘ) 7-15% **ঘ**

৩৫৮. কোনটি পেকটিন জাতীয়? (অনুধাবন)
ক) কলা খ) গম
গ) ধান ঘ) সরিষা **ঘ**

৩৫৯. কোনটি ক্যান্সার প্রতিরোধে ভূমিকা রাখে? (জ্ঞান)
ক) কঁচি ভূট্টা খ) মটরশুটি
গ) কাঁঠাল ঘ) বাঁশকোরল **খ**

৩৬০. মাছে খনিজ লবণের পরিমাণ কত? (জ্ঞান)
ক) 0.2 – 20% খ) 1 – 1.8%
গ) 14 – 20% ঘ) 24 – 35% **খ**

৩৬১. স্প্যাচুলা কী? (জ্ঞান)
ক) সরু ধাতব চামচ
খ) অধাতব চামচ
গ) চ্যাপ্টা কিন্তু বাঁকানো যায় এমন হাতিয়ার
ঘ) সরু কিন্তু বাঁকানো যায় এমন হাতিয়ার **গ**

৩৬২. ওয়াটার বাথের তলা কোন ধাতুর তৈরি? (অনুধাবন)
ক) তামার খ) পিতলের
গ) স্টিলের ঘ) অ্যালুমিনিয়ামের **ঘ**

৩৬৩. ঘি-এর বর্ণ কীরূপ? (জ্ঞান)
ক) হলুদ খ) হালকা হলুদ
গ) সাদা ঘ) হালকা লাল **খ**

৩৬৪. ঘি-এর Smoke point কত? (জ্ঞান)
ক) 350 – 375°C খ) 400 – 425°C
গ) 425° – 450°F ঘ) 450 – 475°F **ঘ**

৩৬৫. কোনটি ট্যাল্‌ক? (জ্ঞান)
ক) ম্যাগনেসিয়াম সিলিকেট
খ) ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট
গ) ম্যাগনেসিয়াম স্টিয়ারেট
ঘ) ম্যাগনেসিয়াম ফসফেট **ক**

৩৬৬. কোনটি পামিটিক এসিডের সংকেত? (জ্ঞান)
ক) $C_{15}H_{31}COOH$ খ) $C_{15}H_{33}COOH$
গ) $C_{17}H_{35}COOH$ ঘ) $C_{15}H_{34}COOH$ **ক**

৩৬৭. ধাতব পার অক্সাইড (Na_2O_2, ZnO_2) যৌগসমূহ— (প্রয়োগ)
i. খাদ্যবস্তুকে কঠিন বা জেলিতে পরিণত করে
ii. অ্যানারোবিক অণুজীবের বিরুদ্ধে কাজ করে
iii. এনজাইমের সংস্পর্শে অক্সিজেন উৎপন্ন করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii **খ**

৩৬৮. ফ্লুইডিটির pH মান— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. রাসায়নিক বিশ্লেষণ পদ্ধতি
ii. খাদ্যবস্তুর পরিমাণ গতি সম্পর্কে ধারণা দেয়
iii. খাদ্যজনিত রোগের ঝুঁকি কমায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii **খ**

৩৬৯. অণুজীব $\xrightarrow[\text{প্রক্রিয়া}]{\text{রাসায়নিক}}$ পরিবর্তিত অণুজীবগুলো খাদ্যের পঁচনে ভূমিকা রাখতে পারে না কারণ— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. পরিবর্তিত পরিবেশে নিজেদের খাপ খাওয়াতে পারে না
ii. পরিবর্তিত অবস্থায় বহিরাগত কোনো এজেন্ট দ্বারা সহজে আক্রান্ত হয়
iii. পরিবর্তিত পরিবেশের সাথে সহজে খাপ খাইয়ে নিতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **ক**

৩৭০. Butylated Hydroxytoluene মাংস, বেকারী ফুড, মদ প্রভৃতি সংরক্ষণ ব্যবহার করা হয়; এটি— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. শরীরে ক্যান্সার ঝুঁকির সম্ভাবনা সৃষ্টি করে
ii. তৈরি করতে H_2SO_4 এর উপস্থিতি প্রয়োজন
iii. খাদ্যে অণুজীব এর কার্যকারিতা নষ্ট করে দেয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **খ**

৩৭১. $C_6H_8O_6$ যৌগটি— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. দুইভাবে উৎপাদন করা যায়
ii. কৃত্রিমভাবে উৎপাদিত হলে পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া থাকবে
iii. প্রাকৃতিকভাবে বিভিন্ন টক ফলে পাওয়া যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **খ**

৩৭২. প্রাকৃতিক খাদ্য সংরক্ষণ পদ্ধতিতে—(অনুধাবন)
i. কার্যকরভাবে ভাইরাসের বৃদ্ধি ব্যাহত করে
ii. লবণ, চিনি, অ্যালকোহল ব্যবহৃত হয়
iii. জ্যাম, জেলি, জুস প্রভৃতি সংরক্ষণ হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ ii ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **খ**

৩৭৩. সাসপেনশন — (অনুধাবন)
i. এ কঠিন পদার্থের ব্যাস 1μm এর বেশি
ii. কঠিন একটি সমসত্ত্ব মিশ্রণ
iii. ২টি দশা নিয়ে গঠিত
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **খ**

৩৭৪. কলয়েড ও সাসপেনশন সম্পর্কিত তথ্যগুলো হলো —[লালমনিরহাট সরকারি কলেজ, লালমনিরহাট] [অনুধাবন]
i. কলয়েড কণার আকার $10^{-7} - 10^{-4}$ cm
ii. সাসপেনশন কণার আকার 10^{-4} অপেক্ষা বেশি
iii. কলয়েড উদ্ভিদ বা প্রাণিজ ঝিল্লী ভেদ করতে পারে না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **ঘ**

৩৭৫. কেসিন— (প্রয়োগ)
i. দুধের একটি প্রোটিন
ii. ল্যাকটিক এসিড দ্বারা জমাট বাঁধে
iii. বিভিন্ন দুরারোগ্য ব্যাধির বিরুদ্ধে প্রতিরোধ গড়ে তোলে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **ক**

৩৭৬. দুধের অণুজীব— (প্রয়োগ)
i. এসিড সংবেদনশীল
ii. নিম্ন তাপমাত্রায় pH সহ্য করতে পারে
iii. 87% পানিতে বংশ বিস্তার করতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **খ**

৩৭৭. চার্নিং করা হলে— (প্রয়োগ)
i. ফসফোলিপিড জাতীয় পর্দা ভেঙে যায়
ii. মাখন এ ছোট কণার জন্ম হয়
iii. মাখনে সমসত্ত্ব দ্রবণ তৈরী হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **ক**

৩৭৮. প্রপিলিন গ্লাইকল— (প্রয়োগ)
i. পানিতে ভালোভাবে মিশে যেতে পারে
ii. ওয়াটার প্রুফিং ক্ষমতার উপর প্রভাব ফেলে না
iii. দীর্ঘ স্থায়িত্বের জন্য ব্যবহৃত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **ক**

৩৭৯. কোল্ড ক্রীম মূলত— (প্রয়োগ)
i. ত্বককে নরম ও মসৃণ রাখে
ii. ক্ষত নিরাময়ে ব্যবহার করা হয়
iii. ত্বকের উজ্জ্বলতা নষ্ট করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **ক**

৩৮০. টয়লেট ক্লিনারে যে উপাদান জীবাণুনাশক— [সিলেট বোর্ড-২০১৬] [অনুধাবন]
i. ফেনল
ii. ক্যালসিয়াম হাইপোক্লোরাইড
iii. খাদ্য লবণ
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **ক**

৩৮১. এসিডিক ব্যাকটেরিয়ার কাজ— (প্রয়োগ)
i. এসিটিক এসিড তৈরি করা
ii. অ্যালকোহল উৎপন্ন করা
iii. অ্যালকোহলের জারণ ঘটানো
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii   খ i ও iii
গ ii ও iii   ঘ i, ii ও iii   **খ**

৩৮২. সংরক্ষক হিসেবে ভিনেগার ব্যবহারের সুবিধা হচ্ছে— (উচ্চতর দক্ষতা)

i. এটি বিভিন্ন খাদ্য সামগ্রীর স্বাদ ও পুষ্টিগুণ বাড়িয়ে দেয়
ii. এটি বিভিন্ন খাদ্য সামগ্রীর বর্ণ, পুষ্টি ও ভিটামিন অক্ষুণ্ণ রাখে
iii. পচনশীল খাদ্যদ্রব্যকে পচনের হাত থেকে রক্ষা করে

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii **গ**

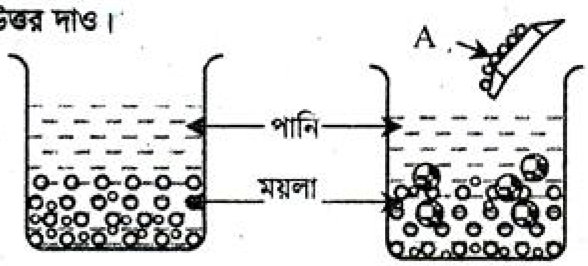
৩৮৩. ভিনেগার দিয়ে খাদ্য সংরক্ষণের পূর্বে একে লবণ পানিতে ধৌত করা হয় কারণ— (অনুধাবন)

i. এটি খাদ্যের লবণাক্ততা নিয়ন্ত্রণ করে
ii. এটি খাদ্য হতে অতিরিক্ত মুক্ত পানি বের করে দেয়
iii. এটি খাদ্য সংরক্ষণে ব্যবহৃত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **গ**

নিচের চিত্রদ্বয় লক্ষ কর এবং ৩৮৪ ও ৩৮৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।



৩৮৪. A যৌগটি কী হতে পারে? (অনুধাবন)

ক এসিড খ ক্ষার
গ লবণ ঘ ফেনল **ঘ**

৩৮৫. A যৌগটি — (উচ্চতর দক্ষতা)

i. যত বেশি চার্জিত হবে কার্যকারিতা তত বৃদ্ধি পাবে
ii. সামান্য পরিমাণ যোগ করাই যথেষ্ট
iii. পানি পরিষ্কার করতে ব্যবহৃত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ৩৮৬ ও ৩৮৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও

রাইপেন করা ক্রীম ←(রাইপেনিং)— A ক্রীম ←(A)— [ক্রীম]

← [স্ক্রিম দুধ]

৩৮৬. A কোন পদ্ধতিকে নির্দেশ করে? (অনুধাবন)

ক চার্নিং খ ওয়াশিং
গ পাস্তুরাইজেশন
ঘ প্রিজারভেটিভ মেশানো **গ**

৩৮৭. A পদ্ধতি সম্পন্ন করার সময় — (প্রয়োগ)

i. তাপমাত্রা 95°C থেকে 121°C রাখতে হয়
ii. অণুজীব মিশিয়ে দিতে হয়
iii. সকল প্রকার অণুজীব ধ্বংস প্রাপ্ত হয়ে যায়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ঘ**

নিচের সমীকরণটি লক্ষ কর এবং ৩৮৮ ও ৩৮৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

$C_{17}H_{35}COOH + NaOH \longrightarrow A + H_2O$

৩৮৮. A যৌগটি কী? (প্রয়োগ)

ক Na-সাবান খ K-সাবান
গ Mg-সাবান ঘ গ্লিসারিন **ক**

৩৮৯. A যৌগটি— (উচ্চতর দক্ষতা)

i. ক্ষারীয় মাধ্যমে প্রস্তুতকৃত দ্রব্য
ii. সহজেই তেল ও চর্বিতে দ্রবীভূত হয়
iii. অবদ্রবকারী হিসাবে কাজ করে না

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **ক**

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ৩৯০-৩৯২নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

$$A + H_2O \xrightarrow{B} C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

এখানে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী A যৌগটি অবিজারক চিনি এবং B একটি এনজাইম।

৩৯০. A যৌগটি কী? (অনুধাবন)

ক স্টার্চ খ সেলুলোজ
গ সুক্রোজ ঘ গ্লুকোজ **গ**

৩৯১. B এর উৎস কোনটি? (অনুধাবন)

ক বার্লি খ গম
গ ছত্রাক ঘ ব্যাকটেরিয়া **গ**

৩৯২. উদ্দীপকে উৎপন্ন উৎপাদ— (প্রয়োগ)

i. জাইমেজ এনজাইম দ্বারা অ্যালকোহলে পরিণত হয়
ii. অক্সিজেন দ্বারা ভিনেগারে পরিণত হয়
iii. স্বাদে অত্যন্ত মিষ্টি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **খ**

উদ্দীপকের আলোকে নিচের ৩৯৩-৩৯৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow[\text{পানি}]{\text{ইনভারটেজ}} A +$$

$$B \xrightarrow{\text{ঈস্ট হতে উৎপন্ন প্রভাবক}} \text{মূলযৌগ} + CO_2$$

৩৯৩. A যৌগ কোনটি? (অনুধাবন)

ক গ্লুকোজ খ সুক্রোজ
গ সেলুলোজ ঘ স্টার্চ **ক**

৩৯৪. ঈস্ট থেকে প্রাপ্ত কোন উপাদানটি এ সময় বিক্রিয়ায় প্রভাব ফেলে? (অনুধাবন)

ক ইনভারটেজ খ জাইমেজ
গ অ্যাসিটোব্যাকটর ঘ মাইক্রোডার্মাঅ্যাসিটি **খ**

৩৯৫. প্রক্রিয়াটির প্রদত্ত ধাপে— (উচ্চতর দক্ষতা)

i. প্রাপ্ত যৌগটি হচ্ছে ইথানল
ii. পাত্র হিসেবে ধাতব পাত্র ব্যবহৃত হয়
iii. উৎপন্ন যৌগের মদশিল্পে ব্যাপক ব্যবহৃত হয়

নিচের কোনটি?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii **খ**